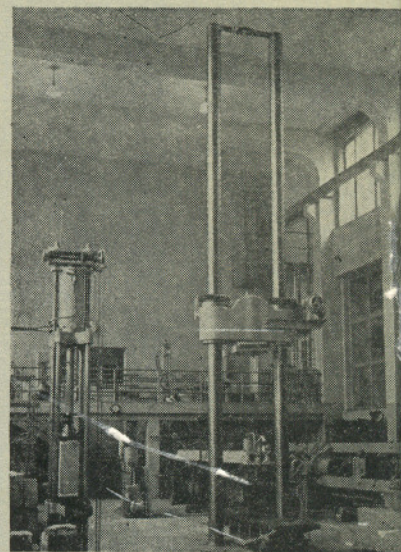
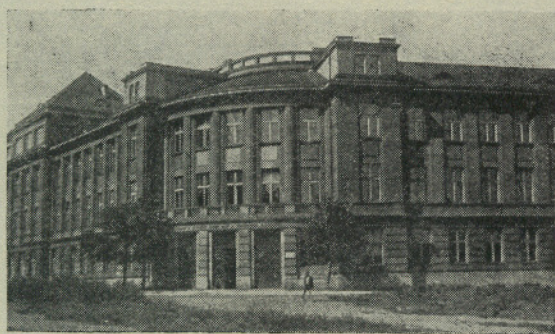


40 let



**práce Ústavu
teoretické
a aplikované
mechaniky
ČSAV**



**Nakladatelství Československé
akademie věd**



Inž. dr. Valenta a kolektiv

40 LET PRÁCE ÚSTAVU TEORETICKÉ A APLIKOVANÉ MECHANIKY ČSAV

Vydalo Nakladatelství Československé akademie věd

Praha 1961

Přebal a vazbu navrhla Jana Bürgerová

Redaktorka publikace Marie Moravcová

Technický redaktor Jaroslav Hrubý

Vydání 1. - 144 stran

Vytiskly Novinářské závody Mír, n. p., závod 3, Praha 2

13,38 AA - 13,64 VA - D-02* 10234

Náklad 1500 výtisků - 05/4 - ú 5044

Účelový náklad Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV

40 let práce

Ústavu

teoretické a aplikované

mechaniky

ČSAV

Nakladatelství

Československé akademie věd

Praha 1961

Československá akademie věd

Vědecký redaktor

akademik Bedřich Hacar

Recensent

inž. dr. Oldřich Valenta

Předmluva

Postupné pronikání matematiky do stavitelského umění vedlo již v minulém století ke snaze hospodárněji navrhovat konstrukce, jejich prvky a průřezy. Nutným podkladem k tomu však bylo přímé kvantitativní poznání - změření - základních mechanických vlastností hmoty: pružnosti a pevnosti. S tím úzce souvisela i snaha experimentálně ověřovat únosnost konstrukčních prvků, jejíž prvé realizace ve formě zkoušek je nutno hledat až u Galilea. Malá přetvoření normálních stavebních hmot a konstrukcí však kladla vysoké požadavky na citlivost a přesnost měřicích přístrojů. A tak teprve po zkonstruování a vyrobení vhodných deformmetrů (tensometrů) na konci minulého století byly vytvořeny všechny potřebné předpoklady pro náležitý rozvoj a praktické uplatnění experimentálních metod při určování základních, hlavně mechanických vlastností stavebních hmot, při ověřování matematických teorií pružnosti a pevnosti hmot, konstrukčních prvků a celých složitých konstrukcí, a konečně i pro kontrolu kvality hotových konstrukcí a jejich součástí.

Teprve kvantitativní poznání základních mechanických vlastností hmot poskytovalo též reálné, objektivní podklady pro jejich volbu s ohledem na dané namáhání a vnější podmínky, kterými jsou další důležité činitele převážně fyzikální a chemické povahy. K nim musí již i projektant přihlížet, tak aby vedle nutného účinku statického byla zajištěna správná a bezpečná funkce konstrukce po celou předpokládanou dobu jejího působení v daném prostředí. To vedlo nutně i ke studiu vlivu různých vnějších činitelů fyzikální a chemické povahy na různé stavební hmoty. Tak se postupně rozšiřovalo i pole experimentálního výzkumu, jenž vedl zpětně ke zdokonalování či úpravě vlastností stavebních hmot pro nepříznivé, ale specifikované vnější podmínky. Tím se nezbytně přecházelo od původních experimentálních prací povahy zkušební k systematickým pracím povahy vědeckovýzkumné.

Již první takové experimentální práce však ukázaly, že dosud užívané matematické teorie pružnosti a pevnosti hmot mají jen omezenou platnost. Vznikaly proto nové teorie, které nakonec přihlížely i k nepružným - reologickým vlastnostem hmot.

Rozdílné požadavky různých konstrukcí a prostředí na vlastnosti stavebních hmot vedou nutně k dalším záměrným jejich úpravám ať již ve složení nebo technologickými postupy.

Složitost otázek, které musí výzkumné ústavy řešit, postupně roste, a to nejen z hlediska konstrukčních systémů, ale i z hlediska vlastností hmot, i těch, jež nemají přímého vztahu ke statickému působení, které však rozhodují o trvanlivosti a skutečné hospodářské hodnotě díla.

Vývoj stavebních hmot a konstrukcí není proto dnes již možný bez systematické vědeckovýzkumné a zkušebně kontrolní vysoce specializované práce výzkumných ústavů a jejich pracovníků.

Obsah

1. Úvod	9
2. Zakladatel Výzkumného a zkušebního ústavu hmot a konstrukcí stavebních - Akademik František Klokner	11
3. Akademik Bedřich Hacar	15
4. Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních 1921—1936	19
Vznik a založení ústavu	19
Účel a zaměření ústavu	21
Organisace ústavu a jeho rozvoj	22
Z hlavních prací ústavu 1921—1936	23
5. Vývoj ústavu 1936—1952	33
Nová budova a zařízení ústavu	33
Odborný a vědecký rozvoj ústavu	36
Z hlavních prací ústavu 1936—1952	38
6. Ústav teoretické a aplikované mechaniky ČSAV 1953—1961	55
Organisace Ústavu teoretické a aplikované mechaniky	64
Z hlavních prací ústavu 1953—1961	66
Stavební hmoty	66
Betonové konstrukce	71
Kovové konstrukce	80
Sypké a soudržné zeminy	87
Stavební fyzika	92
Stavební chemie	98
Teoretická mechanika	102
Experimentální pružnost	103
Podzemní stavby	110
Stavebnictví	114
Rekonstrukce historických staveb	116
Pomoc praxi	121
7. Publikáční činnost ústavu	127
8. Zprávy o řešení výzkumných úkolů	132
9. Výchova vědeckých pracovníků	132
10. Vědecké technické konference	133
11. Účast a úspěchy na výstavách	134
12. Zahraniční styky ústavu	136
13. Vědecká knihovna ústavu	138
14. Péče o zaměstnance ústavu	140
15. Výstavba nového ústavu	140
16. Doslov	141

Úvod

Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních při Českém vysokém učení technickém v Praze byl založen v roce 1921. Do Československé akademie věd byl začleněn v r. 1953, kdy byl též přejmenován na Ústav teoretické a aplikované mechaniky.

Iniciátorem i zakladatelem ústavu byl akademik František Klokner (tehdy profesor České vysoké školy technické v Praze), který se stal i vedoucím nového ústavu. Po těžkých začátcích v provizorním baráku na dvoře hlavní budovy Českého vysokého učení technického na Karlově náměstí se ústav (jako součást Vysoké školy inženýrského stavitelství) přestěhoval na podzim r. 1936 do druhé budovy nové techniky v Praze-Dejvicích, Šolínova 7. Tam se teprve mohla důležitá práce výzkumná, zkušební a pedagogická naplno rozvíjet. Bohužel však ne dlouho. Uzavření českých vysokých škol okupanty 17. 11. 1939 přerušilo i činnost ústavu až do 3. 6. 1940, kdy byla znovu povolena. Ústav pak byl samostatným Výzkumným a zkušebním ústavem v rámci tehdejšího protektorátního ministerstva školství a byl veden doc. inž. dr. Bedřichem Hacarem.

Činnost ústavu byla znovu plně obnovena po osvobození Československé republiky v roce 1945, a to opět v rámci Vysoké školy inženýrského stavitelství Českého vysokého učení technického. Poválečná výstavba kladla na pracovníky ústavu mnoho nových a náročných požadavků.

V roce 1947 dostalo se záslužné práci profesora F. Kloknera o výzkumný ústav i formálního uznání. U příležitosti jeho 75. narozenin byl ústav přejmenován na Kloknerův výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních a prof. Klokner byl jmenován čestným doktorem technických věd.

Pro zvýšené požadavky na stavební výzkum podléhal Kloknerův výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních na krátkou dobu ministerstvu stavebnictví (1950—1952).

Založení Československé akademie věd znamenalo poslední důležitou organizační a vývojovou změnu v životě ústavu. 1. ledna 1953 byl ústav včleněn do Československé akademie věd, a to jako základ Ústavu teoretické a aplikované mechaniky. S ohledem na nové, širší zaměření na základní výzkum se ústav postupně rozšiřoval, a to jednak přiřčením některých zvláštních pracovišť, jednak založením nových pracovišť v Praze i v Brně. Tak postupně rostl ve velký a důležitý vědecký ústav zaměřený na řešení základních otázek výzkumu stavebních hmot a konstrukcí a na přímou pomoc důležitým a zvláště obtížným stavbám. V současné době má 170 zaměstnanců všech kategorií.

S postupným rozvojem techniky se měnily a rostly požadavky na stavební výzkum, a tím i na ústav. Bylo nutno zajišťovat řešení nových úkolů. Rozvoj kontroly hmot a konstrukcí přinášel zvýšené požadavky na jejich zkoušení jak z hlediska počtu, tak z hlediska druhu a hloubky. Následkem toho vznikly nové zkušební ústavy. To již Kloknerovu ústavu umožňovalo přecházet postupně na řešení pouze závažnějších případů a základních otázek výzkumu a zkoušení stavebních hmot a konstrukcí. Vyplynulo to i z toho, že v tomto novém a důležitém oboru stavebně inženýrské činnosti byla za přímé pomoci ústavu postupně vyškolená celá řada nových inženýrů, a to jednak na Vysoké škole inženýrského stavitelství, jednak systematickým školením aspirantů československých i zahraničních přímo v rámci ČSAV.

Poněvadž požadavky na výzkumné ústavy vzrůstaly a řešené otázky byly stále složitější, bylo třeba, aby ústav již při zakládání spolupracoval se zahraničními výzkumnými ústavami stejného zaměření. Od počátečního období této spolupráce s výzkumným ústavem Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (EMPA) ve Švýcarsku (inž. dr. M. Roš) jsme postupně dospěli k širším stykům s dalšími výzkumnými ústavami, hlavně Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics (LBTP) v Paříži (R. L'Hermitte), s mezinárodní organizací výzkumných ústavů Réunion International des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions (RILEM) a v poslední době i s ústavami SSSR a ostatních lidových demokracií.

Z hlediska celkového vývoje ústavu je možno rozlišovat tato tři hlavní období:

- 1921—1936 od založení ústavu do jeho přestěhování do nových, k tomu účelu upravených prostor v budově nové techniky;
- 1936—1952 období, kdy valnou část pracovní náplně tvořily krátkodobé úkoly dané požadavky praxe;
- 1953—1961 začlenění do Československé akademie věd se zaměřením převážně na dlouhodobé úkoly povahy základního výzkumu a celostátního významu.

Zakladatel

Výzkumného a zkušebního ústavu hmot a konstrukcí stavebních

Akademik František Klokner

10. 11. 1872 — 8. 1. 1960

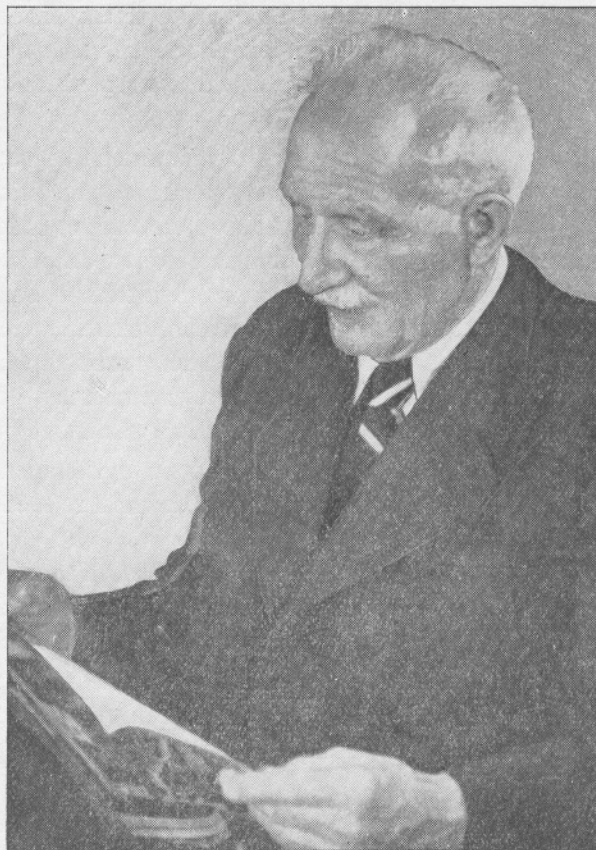
Akademik František Klokner se narodil dne 10. listopadu 1872 v Praze-Karlíně. Jeho otec byl kovářem. Z obecné školy vstoupil v r. 1885 na reálku v Karlíně, kde vykonal r. 1892 maturitní zkoušku s vyznamenáním. Pak studoval současně na Vysoké škole stavebního inženýrství a zemědělského inženýrství. Roku 1896 ukončil studium zemědělského inženýrství a r. 1898 stavebního inženýrství, v obou případech s vyznamenáním. Během svých studií se musel sám živit, poněvadž jeho otec mu záhy zemřel.

Od r. 1897 byl asistentem u svého velkého učitele prof. Šolína, kterého v době jeho nemoci zastupoval v přednáškách o pružnosti a pevnosti a o stereotomii. Z té doby pochází jeho návrh předpisů pro statické řešení a výstavbu zděných továrních komínů. Současně byl též konstruktérem mostárny Fanta a Jireš, a to v oboru montáže a provádění ocelových konstrukcí.

Pak se stal konstruktérem mostárny Českomoravské strojírny v Praze-Libni, kde pracoval od r. 1899 do r. 1902 na projektech ocelových konstrukcí pozemních i mostních jak pro domácí, tak i pro zahraniční trh. Jeho návrhy se neomezovaly na obvyklá řešení.

Po této praxi nastoupil inž. Fr. Klokner svoji pedagogickou činnost, a to nejdříve jako profesor státní průmyslové školy v Plzni, kde působil od r. 1902. V r. 1908 přešel na stavebně inženýrský odbor České vysoké školy technické v Praze. Po krátké suplentuře byl r. 1909 jmenován mimořádným profesorem pro obor pozemních staveb ze železového betonu a z oceli. Kromě toho přednášel i stavebnou mechaniku (s profesorem Zdeňkem Bažantem), betonové konstrukce pro vodní stavby a konečně statiku pozemních staveb na Vysoké škole architektury.

Roku 1917 byl jmenován řádným profesorem železobetonu a ocelových konstrukcí pozemních a v této funkci působil až do r. 1939, kdy byl politickými událostmi za okupace nucen odejít předčasně do výslužby. Během svého působení na Vysoké škole inženýrského stavitelství byl dvakrát jejím děkanem (1917—1918 a 1919—1920) a r. 1928—1929 rektorem Českého vysokého učení



1. Akademik František Klokner.
1. Академик Франтишек Клокнер.
1. Academician František Klokner.

technického. Od založení výzkumného ústavu v r. 1921 byl jeho předsedou až do r. 1939, kdy odešel na odpočinek. Ale i potom sledoval práci a další rozvoj ústavu, jehož vedoucím se stal r. 1940 doc. inž. dr. Bedřich Hacar. Svými zkušenostmi a popudy byl stále účasten na dalším růstu ústavu. U příležitosti svých 75. narozenin byl jmenován čestným doktorem technických věd.

V r. 1952 se pilně zúčastnil přípravných prací při vytvoření Československé akademie věd. Pro svoji záslužnou činnost byl r. 1953 jmenován akademikem. V akademii uvedl v život vědecké technické společnosti a pomáhal při organizaci Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV. Od jeho založení v r. 1953 byl členem jeho vědecké rady.

Za jeho zásluhy o českou techniku byl mu v r. 1959 prezidentem republiky udělen Řád republiky.

Akademik František Klokner zemřel 8. 1. 1960 uprostřed své práce, v níž setrval do posledních chvil svého bohatého a plodného života.

Mnohostrannou činnost akademika Kloknera je možno rozdělit na tyto hlavní skupiny: výzkumnou, pedagogickou, literární, normotvornou, poradenskou a organizační.

V ý z k u m n á č i n n o s t tvořila důležitou část práce akademika Kloknera. Byla velmi úzce spjata s úsilím o založení výzkumného ústavu v Praze a po jeho založení vytvářela v naší zemi nové a velmi důležité podklady pro naše stavebnictví a jeho rozvoj.

V ý z k u m n á č i n n o s t v oboru stavebních hmot a konstrukcí byla zaměřena hlavně na otázky technologie a zkoušení betonu a betonových prvků a konstrukcí (závislost pevnosti a pružnosti na stáří betonu, vliv velikosti zkušebních trámců, souvislost houževnatosti a pevnosti betonu, zhutňování betonu, hydratační teplo a jeho omezení, železobetonové klenby a sloupy), vlastnosti pálených cihel a cihelného zdiva (formát cihel, vazba zdiva, lehčené cihly, radiální cihly), dále oceli a ocelových konstrukcí (svařované a nýtované nosníky, výztuž Roxor do betonu, ovinutá litina) a zakládání staveb (stanovení dovoleného zatížení základové půdy zkouškou).

P e d a g o g i c k á č i n n o s t byla spojena s jeho působením na průmyslové škole v Plzni a potom hlavně na vysoké škole, kde začal r. 1908 jako první na našem území soustavně přednášet betonové stavitelství.

S touto přímou pedagogickou činností souvisela úzce i jeho bohatá č i n n o s t p ř e d n á š k o v á, v níž se obracel k vědecké, technické i široké veřejnosti, kterou seznamoval s důležitými technickými problémy současné doby, a to v různých odborných institucích, spolcích nebo v rozhlase.

L i t e r á r n í č i n n o s t akademika Kloknera byla spojena těsně s jeho činností výzkumnou, pedagogickou a normotvornou. Je velmi rozsáhlá a vyznačuje se dobrým a přesným jazykem. Touto cestou přenášel do širokých řad vysokoškolských posluchačů, inženýrů a stavebních techniků nové technické poznatky.

S jeho jménem je úzce spojen i Technický průvodce, v němž se velmi iniciativně uplatňoval jako autor i jako dlouholetý redaktor. Velmi četné jsou jeho články v odborných časopisech.

Akademik Klokner věděl, že výzkumné a zkušební práce prováděné ústavem je nutno soustavně předávat široké vědecké a technické obci, a to jak slovem, tak i písmem. To vedlo též k vydávání ústavních Zpráv, do kterých přispíval často svými pracemi.

N o r m o t v o r n á č i n n o s t byla spojena se zaváděním nových hmot a konstrukcí, jakož i metod jejich navrhování a zkoušení. Byly to v prvé řadě zkoušky betonu a konstrukčních prvků a konstrukcí ve skutečné velikosti ze železového betonu, které vzbudily jeho zájem. Výsledky těchto prací byly vtěleny nejprve do směrnic a později do prvních československých norem pro betonové konstrukce. Při velké péči, kterou věnoval betonovým konstrukcím, nepřehlížel akademik Klokner význam cihel a cihelného zdiva pro bytovou i průmyslovou výstavbu. Četné jeho práce byly podkladem norem pro pálené cihly a cihelné zdivo.

P o r a d e n s k á č i n n o s t souvisela úzce s jeho činností pedagogickou, se zaváděním nových stavebních hmot a konstrukcí, jejich zkoušením a postupným uplatněním v našem stavebnictví.

O r g a n i s a č n í č i n n o s t. Akademik František Klokner byl osvědčeným organizátorem.

Založil četné vědecké a odborné instituce, které se plně osvědčily svou prací mezi československými inženýry a vědeckými pracovníky, hlavně v oboru stavebních hmot a konstrukcí.

Svědectvím jeho úspěšné organizační činnosti byly: Česká matice technická, Masarykova akademie práce, Československý svaz pro výzkum a zkoušení technicky důležitých látek a konstrukcí, Betonářský spolek, II. tř. České akademie věd a umění.

Organizační schopnosti akademika Kloknera se projevily v plném rozsahu v r. 1919—1921 při zakládání Výzkumného a zkušebního ústavu hmot a konstrukcí stavebních.

Výrazně se uplatňovaly i při zakládání Československé akademie věd, kde jako jeden z nejstarších našich techniků-vědců se zúčastnil hlavně organisování Technické sekce ČSAV, Ústavu teoretické a aplikované mechaniky, Vědeckých technických společností, Komise pro staviva a stavebnictví, jejímž byl prvním předsedou. Jako člen vědecké rady Ústavu teoretické a aplikované mechaniky měl možnost stále uplatňovat svoje bohaté zkušenosti a organizační schopnosti na poli základního vědeckého výzkumu stavebních hmot a konstrukcí.

Akademik Bedřich Hacar

Při hodnocení čtyřiceti let práce Ústavu teoretické a aplikované mechaniky není možno přejít mimořádné zásluhy, které má na vědeckém růstu ústavu jeho dnešní ředitel, akademik Bedřich Hacar. Jeho práce dosud neskončila, přesto však má již dnes takový význam pro stavební výzkum a rozvoj stavebních hmot a konstrukcí vůbec, že si zaslouhuje alespoň stručný přehled.

Akademik Bedřich Hacar se narodil 24. května 1893 v Čechách pod Kosířem u Prostějova z chudé rodiny. Po studiu na české reálce v Prostějově studoval 1913 — 1919 na Vysoké škole stavebního inženýrství; přitom současně absolvoval i obor kulturního a zeměměřičského inženýrství. Po dobu studia středoškolského i vysokoškolského

se živil z kondic a stipendií. Studium zakončil r. 1919 s vyznamenáním. V této době již (od r. 1916) pracoval u fy Ing. Dr. Skorkovský, podnikatelství betonových staveb.

Dne 1. 10. 1919 nastoupil jako konstruktér v Ústavu staveb ze železobetonu a železných staveb pozemních u profesora inž. Františka Kloknera. Již od začátku se zúčastnil přípravných prací pro založení Výzkumného ústavu hmot a konstrukcí stavebních, jenž zahájil svoji činnost v r. 1921. V témže roce byla inž. Hacarovi udělena hodnost doktora technických věd za disertační práci „Základová deska kruhová“ a v r. 1924 autorizace civilního inženýra.

V roce 1923 byl jmenován správcem provozu a r. 1925 zástupcem přednosty Výzkumného ústavu.

V roce 1939 se habilitoval na docenta a r. 1947 byl jmenován řádným profesorem staviv a betonu na Vysoké škole inženýrského stavitelství v Praze s účinností od 1. 10. 1945.

Po odchodu akademika F. Kloknera do výslužby se stal v červnu 1940 přednostou Výzkumného ústavu a v r. 1953, kdy byl ústav začleněn do Československé akademie věd jako Ústav teoretické a aplikované mechaniky, jeho ředitelem.

V roce 1953 byl zvolen členem korespondentem ČSAV a r. 1960 akademikem.

Kromě pedagogické práce na Vysoké škole inženýrského stavitelství (nejdříve jako konstruktér ve cvičeních a potom jako profesor v přednáškách) a v ČSAV (jako školitel vědeckých aspirantů)



2. Akademik Bedřich Hacar.
2. Академик Бедржих Гацар.
2. Academician Bedřich Hacar.

tvoří náplň jeho vědecké a odborné činnosti *práce výzkumné v oboru stavebních hmot a konstrukcí*. Ty jsou velmi úzce spjaty s jeho činností praktickou: projekční a poradenskou. I když zařízení a postavení Výzkumného ústavu poskytovalo výhodné materiální podmínky pro průkopnickou činnost, šlo ve všech případech praktické aplikace o velmi důležitou otázku spojení vědy a praktického života. V takových případech se uplatnily vždy jeho bohatá intuice a konstruktérský cit, založené na poznatcích teoretické povahy.

Uvedme alespoň některé z jeho nejdůležitějších prací.

V ý z k u m n á č i n n o s t je zaměřena na stavební hmoty a konstrukce všeho druhu, hlavně na technologii betonu, zakládání staveb, betonové konstrukce, teorie skořepin, ocelové konstrukce, na tepelné a zvukové izolace, nedestruktivní vyšetřování hmot a konstrukcí. Z četných jeho prací v tomto oboru nutno jmenovat alespoň: Logaritmický zákon vzrůstu pevností betonu a malty. Otázky hydratačního tepla cementu v betonech masivních konstrukcí. Stanovení dovoleného namáhání základové půdy zkouškami. Soudržnost ocelí. Četné konstrukční prvky ze železového betonu (sloupy, klenby atd). Hříbové stropní konstrukce. Zborcené skořepiny, hlavně konoidy a hyperbolické paraboloidy. Nýtované a svařované ocelové prvky a konstrukce. Vyšetřování a využití hmot a konstrukcí z hlediska tepelné a zvukové izolace, akustika velkých prostorů. Použití mesothoria (paprsků γ) pro vyšetřování stavebních hmot a konstrukcí (defektoskopie, poloha výztuže).

P r a k t i c k á č i n n o s t je dána jeho účastí v *projektování železobetonových konstrukcí* všeho druhu již v začátcích jeho praxe: palác Lucerna, most přes Mrlinu, čtené rámové konstrukce průmyslových závodů, elektrárny v Semilech a Pardubicích, plynárna v Michli, kotelna a rozvodna v Ervénicích, hříbové stropy Státní fakultní nemocnice v Praze, vodárna v Podolí, nádraží Hradec Králové a Poděbrady, Chemický ústav ČVUT v Dejvicích atd. V rámci této činnosti založil též v r. 1927 společně s inž. dr. Celestýnem Kloučkem první projekční kancelář betonových konstrukcí.

Velmi rozsáhlá je jeho projekční a poradenská činnost v oboru *skořepinových konstrukcí*: Rybitví, Neratovice (výrobní haly), České Velenice (perónní přístřešky), Veselí nad Moravou, Roudnice n. Labem (haly), Hloubětín, Šumperk (garáže) atd.

Zvláštním oborem praktické působnosti akademika Hacara jsou *rekonstrukce průmyslových a historických staveb* poškozených válečnými akcemi, požárem, vnějšími vlivy, nebo rekonstrukce vyplývající ze zvýšených požadavků na stavby. Zvláště záslužná je práce na záchraně historických stavebních památek, jako je Míčovna a Belveder na Pražském hradě, kostel a klášter Na Slovanech, kostel v Ústí n. Labem, Karolinum, Pražský hrad, Strahovský klášter, kaple Betlémská, klášter u Kajetánů, hrady Orlík a Zvíkov atd.

S těmito pracemi úzce souvisí i rekonstrukce důležitých průmyslových a dopravních objektů poškozených za války. Mezi nimi zaujímají čestné místo: průmyslové závody v Libni, Vysočanech a v Gottwaldově, Stalinovy závody, a mosty přes Dunaj. Řadí se k nim čtené vodní elektrárny, jako Přelouč, Nymburk, Poděbrady.

P o r a d e n s k á č i n n o s t akademika B. Hacara se uplatnila téměř na každé významnější stavbě v naší vlasti. Bylo by velmi nesnadné provést alespoň neúplný výčet staveb, u nichž pomohl při řešení různých obtíží. Účast na těchto pracích byla výbornou školou i pro ostatní pracovníky ústavu. Šlo při tom o velmi široké otázky zakládání, konstrukčního pojetí, detailů konstrukce i technologie. Uvedme jen vysoké betonové komíny v Karlíně a Brně.

Akademik Hacar se podílel svými radami i na stavbách velkých přehrad nejen u nás (Štěchovice, Slapy, Křímov, Žermanice, Vír, Lipno, Orlík atd.), ale i v Jugoslávii a v Rumunsku. V souvislosti s projekty skořepinových konstrukcí měl v letech 1947 a 1948 i několik přednášek o těchto konstrukcích ve Varšavě, Lodži, Bělehradě a Sarajevě.

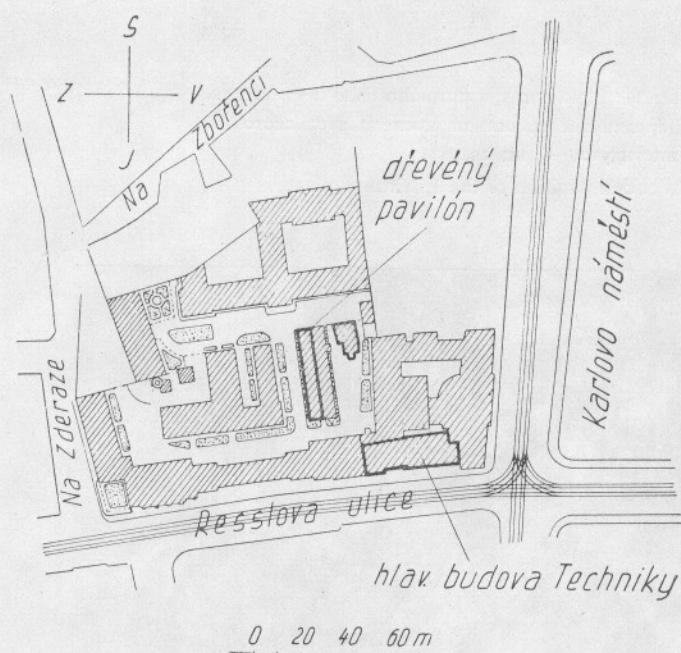
Jeho poradenská činnost se uplatnila i v četných ústředních ministerských a vládních výborech a komisích jmenovaných pro řešení nejobtížnějších otázek výstavby. Uvedme jen ty nejdůležitější: Ideová rada pro úpravy Pražského hradu, Komise pro výstavbu hlavního města Prahy, Komise pro posouzení projektu vodního díla Orlík a pro přemostění orlické zdrže, Komise pro cement a beton. V celé řadě z nich je předsedou.

Bohatá činnost akademika Hacara byla oceněna i řadou *veřejných uznání a vyznamenání*:

- v r. 1946 obdržel zlatou medaili za „Hrdinstvo v práci“;
- v r. 1954 obdržel státní cenu II. stupně s titulem laureát státní ceny, a to za rekonstrukci a záchranu staveb průmyslových, veřejných a kulturních památek stavebních;
- v r. 1955 obdržel zlatou medaili za návrh železobetonové podpůrné konstrukce Stalinova pomníku v Praze;
- v r. 1956 obdržel cenu hlavního města Prahy v oboru vědy, za rekonstrukce památných staveb hlav. města Prahy;
- v r. 1958 Diplôme d'honneur, Membre de Jury - Světová výstava v Bruselu.

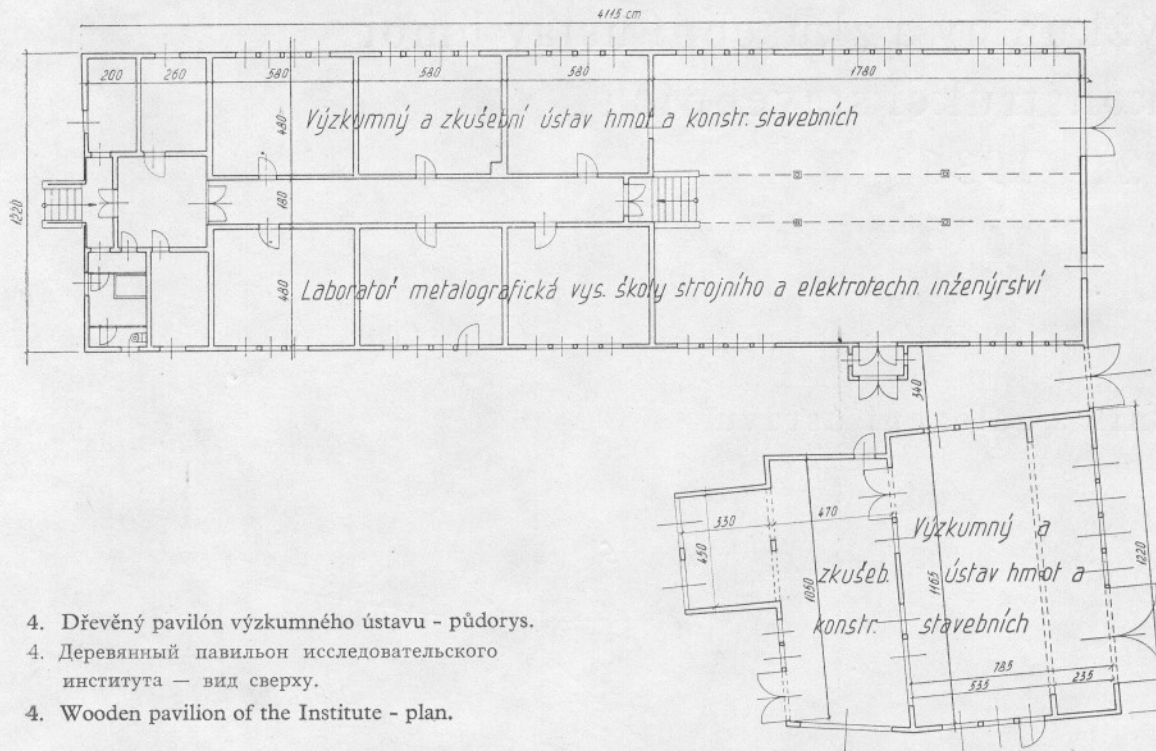
Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních 1921—1936

Vznik a založení ústavu

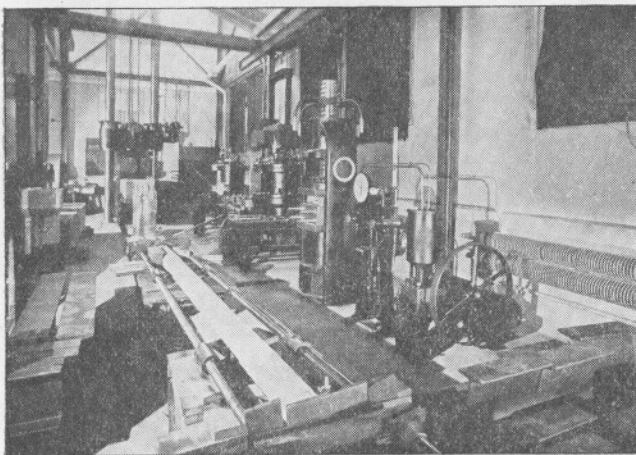


3. Výzkumný ústav v budově České techniky na Karlově náměstí.
3. Исследовательский институт в здании ЧВУТ на Карловой площади.
3. Research Institute in the building of Czech Technical University on Charles Place.

Vědomí, že další rozvoj v hospodárném použití stávk a stavebních konstrukcí není nadále možný bez jejich soustavného výzkumu a zkoušení (jakož i kontroly), vedlo Františka Kloknera, tehdy čtyřicetiletého mimořádného profesora, v r. 1912 k vypracování návrhu, aby při české technice v Praze byl zřízen ústav, který by se zabýval výzkumem a zkoušením stavebních hmot a konstrukcí. Tento návrh předložil profesorskému sboru Vysoké školy technické pro bývalé ministerstvo kultu a vyučování ve Vídni. Návrh byl vřele podporován, hlavně prof. Velflíkem a prof. Šolínem, byl schválen a postoupen do Vídně. Nepochota rakousko-uherských úřadů a světová válka 1914—1918 realizaci tohoto návrhu odsunula až do nové Československé republiky.



4. Dřevěný pavilón výzkumného ústavu - půdorys.
4. Деревянный павильон исследовательского института — вид сверху.
4. Wooden pavilion of the Institute - plan.

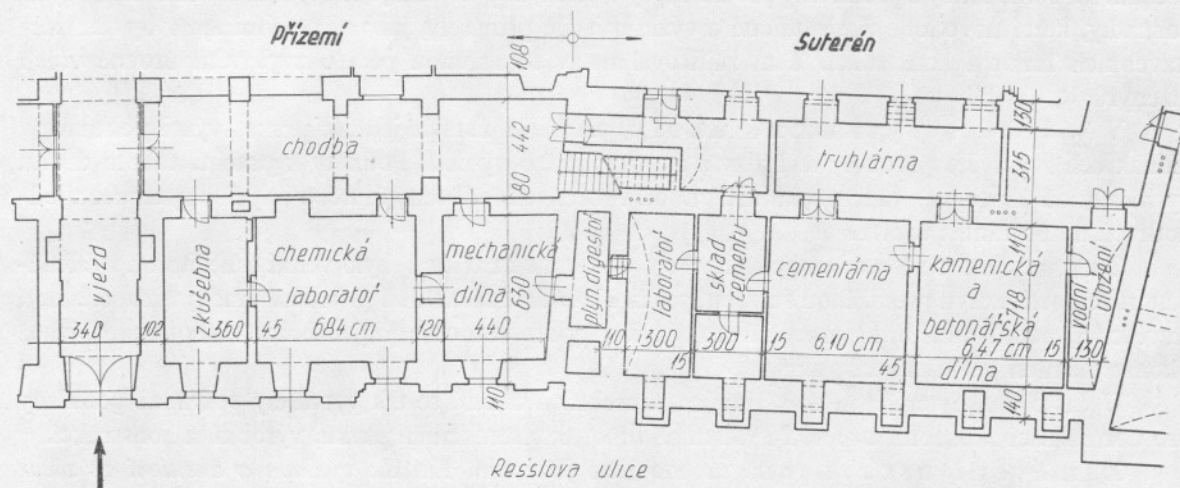


5. Pohled do zkušebny.
5. Вид испытательной лаборатории.
5. View of the testing room.

V r. 1919 byl obnovený návrh na založení výzkumného ústavu podán na ministerstvo školství a národní osvěty a na základě zdůvodnění, že takový ústav je pro rozvoj československého stavebnictví i školství nezbytně nutný, byl schválen.

Horší byla otázka vhodných prostor pro nový výzkumný ústav. Stará budova české techniky na Karlově náměstí dávno již nestačila na normální školní požadavky, natož pak pro prostorově náročný výzkumný ústav. Situace se vyřešila stavbou dosud nepoužívaného dřevěného pavilónu o půdorysu $41 \times 12 \text{ m}^2$ z tábora válečných uprchlíků v Chocni, který věnovalo ministerstvo národní obrany a jenž byl postaven na dvoře hlavní budovy české techniky. O toto skromné přístřeší se však ústav musel dělit s Ústavem mechanické technologie a s Výzkumnou a zkušební stanicí k mechanickému zkoušení kovů i konstrukčních součástí, takže se od počátku pracovalo ve stísněných prostorách. V tomto dřevěném pavilónu bylo v létě r. 1921 instalováno prvé zkušební zařízení a v září 1921 zahájil Výzkumný ústav hmot a konstrukcí stavebních svoji činnost.

Rychlý, netušený rozvoj ústavu však brzy ukázal nedostatečnost dřevěného pavilónu. Proto byly ústavu přiděleny další, a to sklepní a přízemní místnosti hlavní budovy techniky, kde byly umístěny hlavně laboratoře: cementářská, betonářská, kamenická, později též chemická a dílny: mechanická a truhlářská. Přes nákladné radikální zákroky a opravy, jež se v té době prováděly



6. Laboratoře a dílny výzkumného ústavu.
6. Лаборатории и мастерские исследовательского института.
6. Laboratories and workshops of the Research Institute.

dvakrát, se dřevěný pavilón v r. 1933 téměř zřítíl, poněvadž konstrukce byla napadena dřevomorkou. Protože nebylo pro stroje jiného místa, byl velký sál se zkušebními stroji provizorně zabezpečen, kdežto ostatní pracovní prostory se přesunuly do okolních budov techniky. V té době se již stavěla nová budova Českého vysokého učení technického v Dejvicích.

Výzkumný a zkušební ústav předložil již v r. 1926 návrh na samostatnou budovu, tak aby svým volným okolím poskytovala jednak možnost dalšího rozvoje s rostoucími velmi různorodými požadavky na výzkum a rozvoj stavebních hmot a konstrukcí, jednak dostatečné volné pracovní prostory na otevřených dvorech. Tento návrh, jehož správnost potvrdil vývoj stavebního výzkumu v dalších 20 letech, nebyl však přijat s poukazem, že nové prostory pro výzkumný ústav jsou zajištěny v nové budově (II) techniky.

Z tohoto rozhodnutí vyplynula pak spolupráce ústavu s projektantem nové budovy techniky jednak v celkovém rozvržení přidělených prostor, jednak v detailním rozdělení zkušebních strojů a pracoven. Tak se podařilo vybudovat na svoji dobu jeden z největších výzkumných ústavů v Evropě.

Účel a zaměření ústavu

Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních měl jako součást Českého vysokého učení technického čtyři hlavní úkoly: učební, výchovný, vědecký a zkušební.

Učební a výchovné úkoly záležely hlavně v účasti na výchově posluchačů vysokých škol v moderních oborech zkoušení stavebních hmot a konstrukcí nejen za podmínek užitečného zatížení, ale i při zatíženích, jež vedou k porušení hmoty či konstrukce. Chování stavebních hmot

a konstrukcí při zatížení a přetížení až do porušení bylo velmi důležitým doplňkem teoretických nauk o stavebních hmotách, jakož i statiky stavebních konstrukcí, která byla založena zpravidla na zjednodušujících hypotézách o dokonalé pružnosti stavebních hmot.

Ve výchovné činnosti se ústav neomezoval jen na výchovu posluchačů vysokých škol. Ústav pořádal též četné kursy a přednášky pro inženýry v praxi, aby doplnil jejich technické znalosti novými poznatky, které novodobé zkušebnictví a výzkum stále přinášely, jakož i novými způsoby kontroly stavebních hmot a konstrukcí. Tím zajišťoval ústav soustavnou péči o zvyšování úrovně všech inženýrů.

Vědecké a výzkumné úkoly přinášela ústavu jednak praxe svými požadavky, jednak celkový světový rozvoj techniky a nutnost jejího využití. Podněty k pracím tohoto druhu vycházely od vědeckých pracovníků ústavu, od vědeckých, odborných nebo jiných organizací a jednotlivců mimo rámec ústavu.

Zkoušení stavebních hmot a konstrukcí bylo velmi důležitou a vyhledávanou činností ústavu pro běžnou stavební praxi. Na žádost zákazníků (ústřední úřady, výrobci hmot, stavebníci, podnikatelé atd.) prováděl ústav zkoušky stavebních a jiných hmot všeho druhu, jakož i konstrukčních prvků a konstrukcí.

U často opakovaných nebo sériových zkušebních úkonů se tak vytvářely postupně podklady pro normalisaci zkušebních metod i vlastních hmot, konstrukčních prvků, výrobků a konstrukcí.

Za měření ústavu bylo určeno jeho jednacím řádem: *výzkum a zkoušení ve všech oborech mechanicko-technického výzkumu stavebních konstrukcí nebo jejich součástí, stavebních výrobků a staviv.*

V rámci toho šlo o tři hlavní výzkumné úkoly:

- a) vyšetřování konstrukcí na modelech nebo ve skutečné velikosti z hlediska jejich únosnosti a přetvoření při různém zatížení (klidné, časově omezené nebo trvalé, dynamické a opakované);
- b) vyšetřování stavebních hmot z hlediska jejich složení, mechanických, fyzikálních a chemických vlastností a odolnosti nejrůznějším vnějším činitelům;
- c) přezkoušení stávajících, po případě i návrh nových zkušebních, vyšetřovacích a měřicích postupů a k tomu potřebných zařízení včetně jejich výroby ve vlastních dílnách.

Organisace ústavu a jeho rozvoj

Organisační forma ústavu se vyvíjela teprve s postupujícími zkušenostmi, vybavením ústavu, počtem zaměstnanců a rozsahem prováděných prací.

V čele ústavu stál jeho přednosta, profesor Vysoké školy inženýrského stavitelství a zakladatel ústavu prof. inž. František Klokner. Ústav podléhal profesorskému sboru této školy, akademickému senátu Českého vysokého učení technického a ministerstvu školství a národní osvěty. Ústav zahájil svoji činnost v roce 1921 se šesti pracovníky.

Pracovní obor, stejně jako počet zaměstnanců se postupně rozšiřoval a prohluboval se vzrůstajícími požadavky stavební praxe:

- 1921 — zkoušení betonu a konstrukcí ze železového betonu, přirozených a umělých kamenů;
- 1923 — zkoušení hydraulických pojiv a přísad,
zkoušení veškerého materiálu pro stavbu letadlových draků;
- 1926 — zkoušení zdiva, dřeva atd.,
praktická cvičení pro posluchače inženýrského stavitelství,
zatěžovací zkoušky staveb všeho druhu;

- 1927 — zatěžovací zkoušky základové půdy;
chemická laboratoř;
- 1935 — tepelné a akustické zkoušky hmot a konstrukcí;
- 1936 — zkoušky ohnivzdornosti hmot a konstrukcí;
zkoušky hmot a konstrukcí na únavu;
zkoušky hmot a konstrukcí za trvalého zatížení.

Toto postupné rozšiřování působnosti ústavu souviselo nutně s rozvojem jeho vybavení zkušebními stroji, aplikací nových metod (mikroskopie, modelová technika atd) a sledováním nepříznivých vnějších vlivů na různé stavební materiály (horniny, beton; vliv střídavého mrazu, chemická odolnost, trvanlivost, korose a ochrana stavebního díla).

Rostoucí hospodářský význam ústavu dokazuje autorizace v oboru zkoušení hmot a konstrukcí stavebních s právem vydávat o zkouškách vysvědčení povahy veřejných listin. Byla mu přiznána 8. 4. 1924 ministerstvy školství, veřejných prací a spravedlnosti.

V roce 1936 měl ústav 19 zaměstnanců. Z toho bylo: technických (inženýři) 8, pomocných (kresliči, mechanici atd.) 6, administrativních 5.

Nejlepší obraz o bohaté a záslužné činnosti ústavu v tomto prvním období poskytne alespoň kusy výčet hlavních prací.

Z hlavních prací ústavu 1921 — 1936

Zákonný vývoj pevnosti betonu se stářím má velký význam pro kontrolu jakosti betonu na stavbě. Z něho lze již z počátečních pevností usuzovat na rozhodující pevnost ve větším stáří (např. 28, 90 dní). Užívané zákonitosti, např. Bachova -

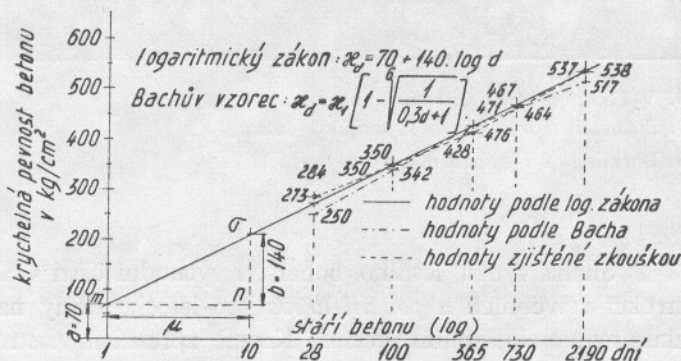
$$\kappa_d = \kappa_1 \left(1 - \sqrt[6]{\frac{1}{0,3d + 1}} \right),$$

nebyly k tomuto účelu vhodné. Proto byla zavedena (1926) logaritmická funkce:

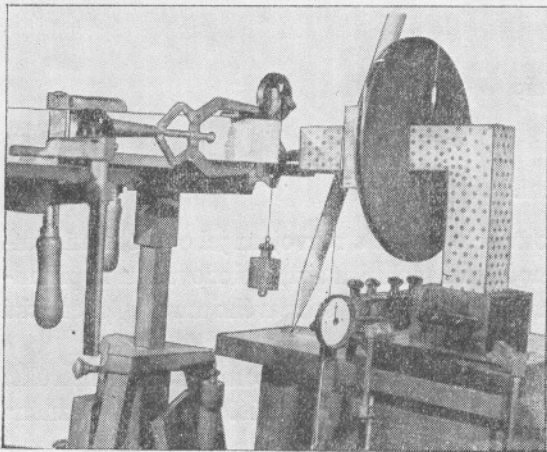
$$\kappa = a + b \cdot \log d,$$

kteřá v polologaritmické soustavě představuje přímku. K její definici postačí 2 body. Při větším počtu daných bodů lze její průběh stanovit přesněji buď grafickým vyrovnáním, nebo vyrovnávacím počtem. Stejná zákonitost byla zjištěna i pro pevnosti betonu v tlaku, stanovené na Empergerových trámčích, jakož i pro soudržnost betonu s výztuží.

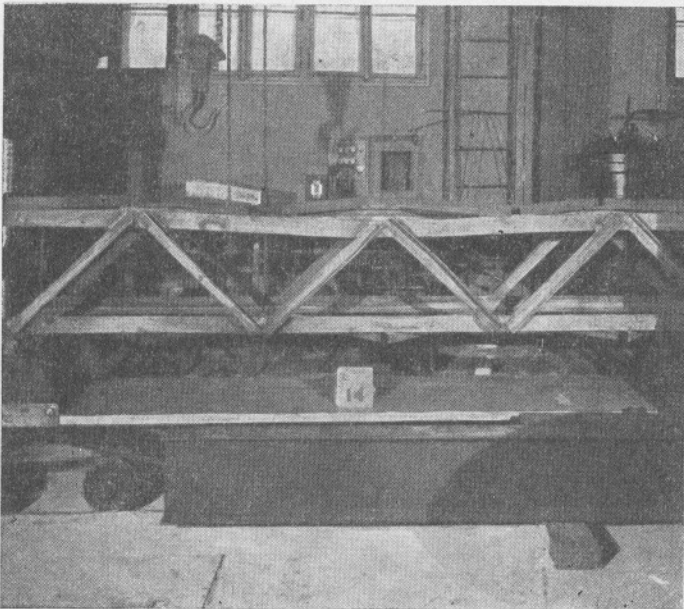
Experimentální vyšetřování visutých schodů točitých bylo jednou z velmi zajímavých vědeckých prací, které byly provedeny v ústavu na začátku jeho existence. Jakožto modelové hmoty bylo použito vulkanisovaného kaučuku se síti a terčíky na povrchu pro stanovení směru hlavních napětí a deformace (průhybu) při zatěžování modelu schodiště. Zatížení tvořila zavěšená závaží a průhyb scho-



- 7. Logaritmický zákon vzrůstu pevnosti betonu.
- 7. Логарифмический закон возрастания прочности бетона.
- 7. Logarithmic law of the growth of concrete strength.



8. Zkouška tuhého rohu na kroucení.
8. Испытание жесткого угла на кручение.
8. Torsional test of rigid corner.



9. Vybočení příček svařovaného nosníku.
9. Боковой прогиб раскосов сварной балки.
9. Buckling of diagonals of a welded girder.

Snaha využít lesního bohatství východní části ČSR na jedné straně, rozvoj nových konstrukcí stavebních a *použití dřeva* pro letecké účely na straně druhé vedly k rozsáhlým výzkumným a zkušebním pracím. Kromě zpřesnění vlastní zkušební techniky byl sledován vliv fyzikálních a jiných vlastností na mechanické vlastnosti dřeva. To byl nutný předpoklad pro zkoušky spojovacích prostředků, dřevěných trámů a oblouků lepených z prken (systém Hetzer).

Některé obtížné podmínky zakládání a snaha po jeho zhospodárnění vyžadovaly provádění četných *zatěžkových zkoušek základové půdy* (1928) nejdříve na území Velké Prahy a potom na

dů se měřil hodinkovými indikátory. Základní pružné vlastnosti modelového materiálu byly stanoveny zkouškami na menších tělesech vhodného tvaru pro tlak, tah a kroucení. Výzkumu visutých schodů předcházelo experimentální vyšetřování tuhého rohu (koutu) za kroucení.

Přechod od nýtovaných spojů ocelových konstrukcí k elektrickému svařování vedl nutně k ověřování vlivu tuhého svaru na namáhání prutů příhradových nosníků. U porovnávacích zkoušek skříňových nosníků $h = 30$ a 50 cm z válcových průřezů (úhelníků) byla stanovena napětí Huggenbergerovými tensometry. U svařovaných nosníků byly zjištěny větší rozdíly mezi výpočtem a měřenými hodnotami, a to následkem upnutí do tuhých pásů a excentricity.

Únosnost svařovaných nosníků byla o 31,5 a 22 % vyšší než nýtovaných. Upnutí příček mělo samozřejmě vliv na způsob jejich porušení při dosažení únosnosti.

Použití mrákotínské žuly pro velký monolit na Pražském hradě. Bylo nutno stanovit základní mechanické vlastnosti vybrané horniny, důležité pro dopravu a osazování obelisku (výška 15,5 m, váha 95 t). Důležitou úlohu při tom hrála pevnost v tahu a tahu za ohybu. Proto se zkoušela velká tělesa na tah o průřezu 15×15 cm (pevnost v tahu $55,8 \text{ kg/cm}^2$).

Pro určení obelisku byly nutným doplňkem mechanických zkoušek i zkoušky mrazuvzdornosti mrákotínské žuly. Aby se dala ověřit možnost dopravy na ocelových válcích, bylo nutno stanovit i potřebnou sílu.

celém území ČSR. Na únosnost základové půdy se usuzovalo ze vztahu mezi zatížením a zatlačením kruhové zkušební desky o ploše 500 nebo 1000 cm². Podle povahy konstrukce se prováděla zkouška jednoduše (zjišťovalo se celkové zatlačení) nebo „pružně“ (zjišťovalo se i pružné zatlačení) při střídavém odlehčování, nebo se prováděly i dlouhodobé zkoušky na stlačitelných půdách. Ze získaných diagramů se určovala kritická mez stlačitelnosti. Získané výsledky byly též podkladem pro příslušnou normu.

Pro případný přechod z velkého formátu cihel 29×14×6,5 cm na malý formát 25×12×6,5 cm bylo (1930) provedeno velmi mnoho zkoušek, jejichž úkolem bylo určit:

1. vliv způsobu zkoušení (celé cihly, krychle vyříznuté z cihly, řezané a sekané půlky cihel cementovou maltou spojené) na výslednou pevnost v tlaku;

2. vztah pevností cihel malého a velkého formátu vyrobených za těchto podmínek;

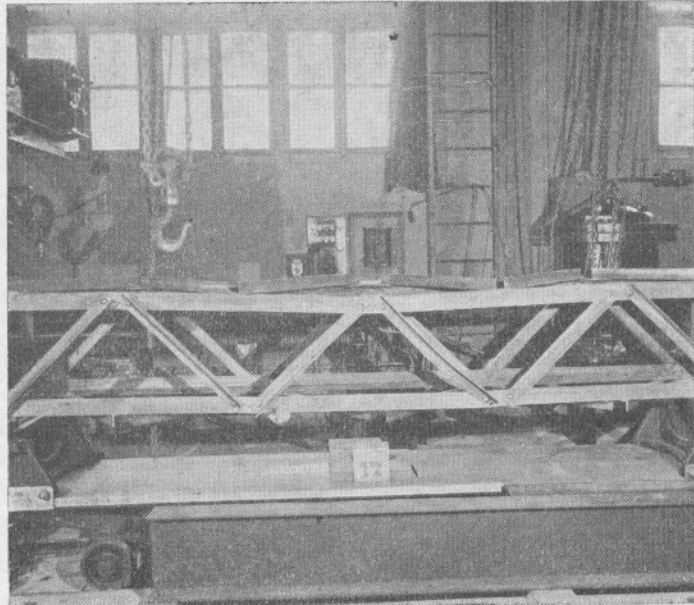
3. vztah pevností cihel a zdiva z cihel malého i velkého formátu.

Nejvyšší pevnosti dávaly krychle vyřezané z cihel (při velkém rozptylu, jenž vyjadřoval nestejnorodost) o 30 až 50 % vyšší než celé cihly. Maltou slepené půlky cihel dávaly nižší pevnosti než plné cihly (o 25 a 38 %). Jednoznačný vliv formátu cihel na pevnost nebyl zjištěn. Relativní pevnost zdiva ve vztahu k pevnosti cihel byla u malého formátu vyšší než u velkého a dosahovala 55 a 48 % pevnosti celých cihel a 121 a 117 % pevnosti malty.

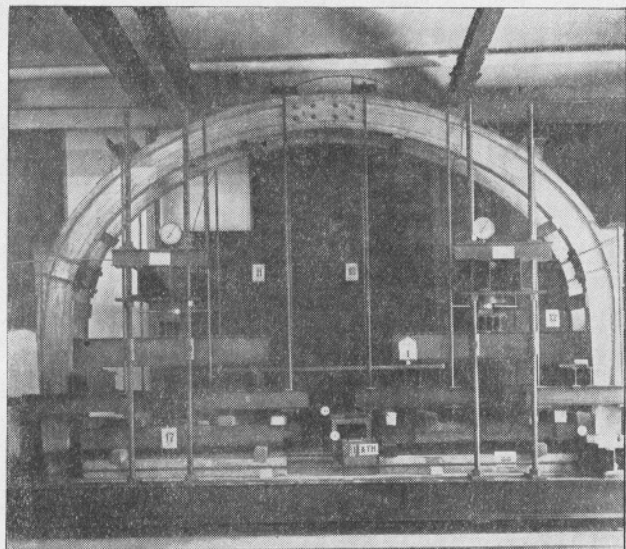
Podobné zkoušky se prováděly i s kabřinci. Navíc byla zkoušena pevnost v tahu za ohybu. Dospělo se k závěru, že nejvhodnější jak z hlediska rozptylu, tak z hlediska skutečného namáhání cihel ve zdivu je zkouška tlakem na celých cihlách, doplněná zkouškou v ohybu.

Ze zkoušek zdiva z kabřinců na cementovou maltu, lehčených plných cihel, radiálních komínových cihel a zdiva vyňatého ze starých budov se došlo k těmto poznatkům:

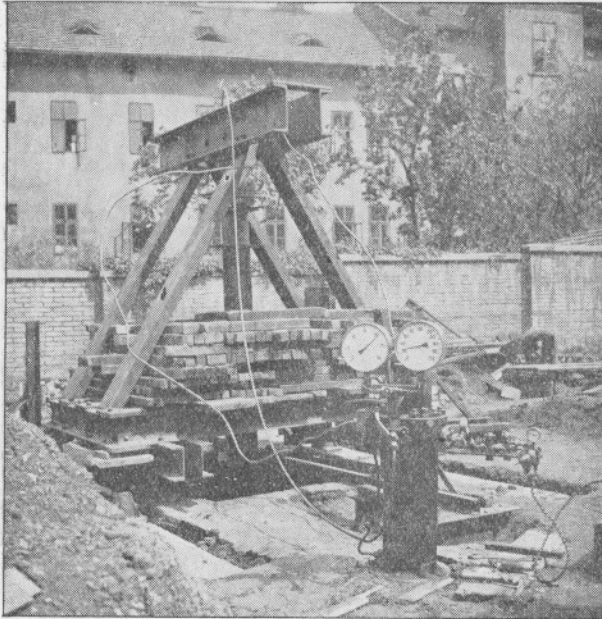
Nejvyšší pevnosti mělo zdivo z kabřinců střední pevnosti. Na krychlích o hraně 30 cm byla



10. Vybočení příček nýtovaného nosníku.
10. Боковой прогиб раскосов клепаной балки.
10. Buckling of diagonals of a riveted girder.

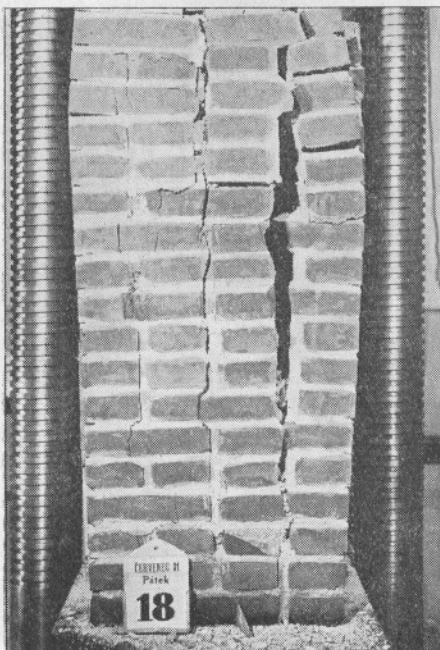


11. Zkouška obloukového nosníku lepeného kazeinem.
11. Испытания арочной балки склеенной казеином.
11. Test of arch girder glued with caseine.



12. Zkouška základové půdy.
 12. Испытания фундаментных грунтов.
 12. Test of foundation soil.

13. Porušení zdi s nedostatečným příčným převázáním americké vazby.
 13. Разрушение стен с недостаточной поперечной привязкой американской связи.
 13. Failure of a wall with insufficient transverse effect of American bond.



pevnost zdiva o 71 až 94 % vyšší než pevnost malty. Krychle o hraně 30 cm z cihel lehčených dávaly průměrně pevnost asi 67 % pevnosti cihel.

Zajímavé výsledky byly získány zkouškami různých druhů zdiva (z komínovek, klenbového, smíšeného, kamenného) ze starých staveb při jejich bourání na blocích různé velikosti.

Zkoušky cihelného zdiva různé vazby: polokřížové a americké (5 až 6 vrstev běhounových na 1 vrstvu vazákovou) ukázaly velký význam příčné vazby zdi ($t = 45, 60$ cm) pro způsob porušení zatížením a únosnost. Chudé příčné svázání zdi americké vazby nezabránilo jejímu rozdělení ve štíhlé sloupky nižší únosnosti.

Pro stavby vodní je důležitá *nepropustnost betonu*; bylo tudíž nutno ověřovat ji zkouškami. Bylo zkoušeno i lomové zdivo, jehož poměrně malá nepropustnost (v poměru k použité maltě) je dána malou nepropustností styčných spár mezi maltou a horninou. Kromě zkoušek betonů a betonových trub prováděly se zkoušky vodotěsnosti různých omítek a ochranných nátěrů. Dobré výsledky byly tak získány pro *stříkaný beton* (torkret) a zvláště pro *ocelit* (cement + voda + litinová drť).

Pro stoupající dopravu, hlavně těžkou, průmyslový provoz a těžké stavební stroje bylo třeba sledovat jejich vliv na stavební objekty, hlavně obytné budovy. V tomto směru byla provedena řada *měření otřesů budov*, způsobovaných provozem nákladních automobilů a parním beranidlem. Dále byly sledovány otřesy staveb průmyslových, způsobené silnými generátory, s použitím Wiechertových seismografů. Při zavádění stěnových odstřelů v lomech bylo nutno kontrolovat otřesy jimi způsobené na blízkých stavebních objektech, jako např. na hradě Karlštejně.

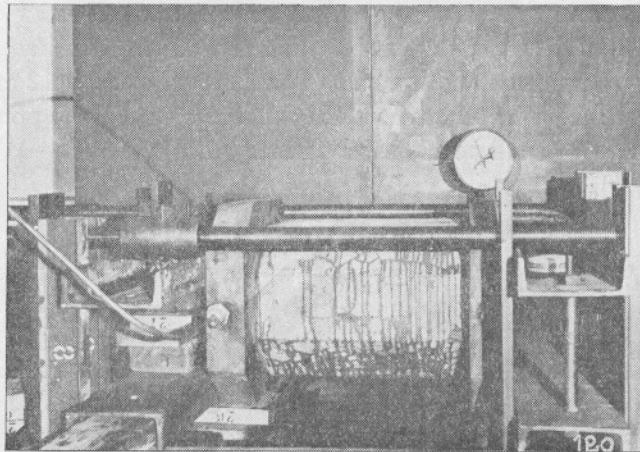
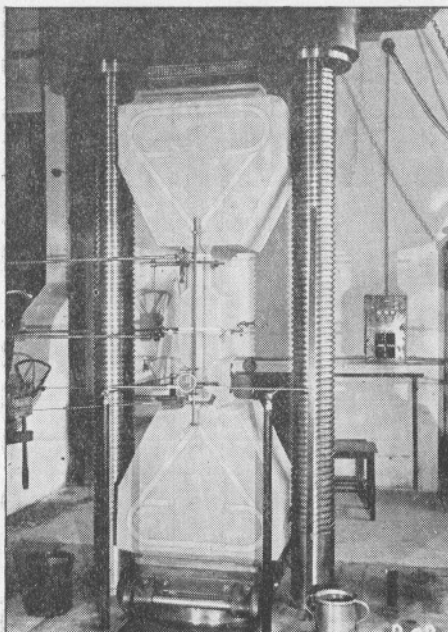
Zvuková vodivost konstrukcí obytných a kancelářských budov byla rovněž předmětem studia a prací ústavu. Kromě ojedinělých zvláštních případů šlo o souborné práce, které srovnávaly na hotových stavbách vliv konstrukce na zvukovou vodivost, hlavně z hlediska poměru mezi ocelovými a železo-

betonovými konstrukcemi (kostrami) budov. Zdrojem zvuku byla palička 0,5 kg, která dávala poklepy stálé intenzity. Intenzita zvuku se měřila přenosným mikrofonom, v němž se energie zvuku měnila v elektrickou energii, zesilovanou zesilovačem a pak měřenou přímo ve voltech. Pro srovnávací práce nebylo tak nutné měřit intenzitu zvuku ve fyziologických jednotkách zvukových (fónech).

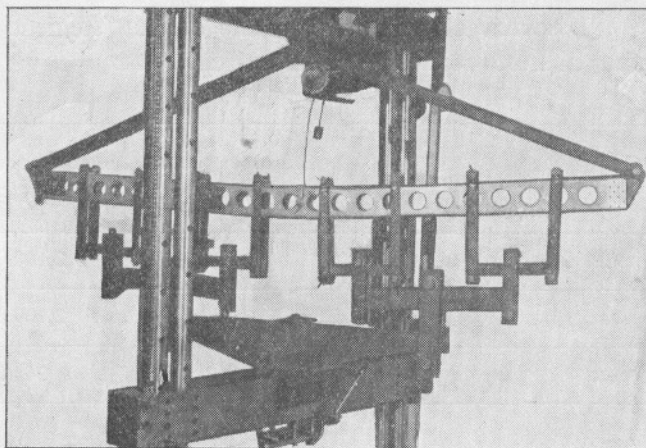
V souvislosti s rozvojem letectví a čs. leteckého průmyslu provedl ústav mnoho *systematických zkoušek a výzkumných prací pro konstrukce letadel*: vzpěrná pevnost trubek, pevnost v tahu lan, konstrukčních prvků a celých dílců letadel. Proto byla zkoušena i dřeva místního a zahraničního (hlavně amerického) původu.

Pro zhospodárnění ocelových válcovaných průřezů I a pro jejich normalizaci bylo třeba porovnat základní vlastnosti, výhody a nevýhody průřezů: československých, německých a hlavně anglických, které jsou hospodářsky nejvýhod-

16. Zkouška ložiskové kyvné stojky.
 16. Испытания опорной качающейся стойки.
 16. Test of bearing pendulum post.



14. Zkouška betonové trouby na vnitřní tlak.
 14. Испытания бетонной трубы на внутреннее давление.
 14. Testing concrete pipe with internal pressure.



15. Zkouška vylehčeného nosníku na ohyb.
 15. Испытания облегченной балки на изгиб.
 15. Flexural test of lightened beam.

nější. Kromě normální únosnosti byly sledovány i otázky tuhosti a stability stojiny a přírub, jež mají význam z hlediska vybočení a boulení.

Velmi důležité místo zaujímaly v pracích ústavu *zkoušky různých betonových prvků a konstrukcí*. Zpravidla každý mimořádný případ takové konstrukce byl předmětem prací ústavu: betonové sloupky, betonové roury, stropní konstrukce, železobetonové trámy, stožáry, schody, klenby, ložiskové kyvné stojky mostů, důlní výstroj atd.

Zkoušky sloupů z ovinuté litiny (1928). Při výstavbě obchodních domů v Praze byly předběžně

zkoušeny tyto sloupy ve skutečné velikosti. Sloup výšky 3,85 m kruhového průřezu $D = 50$ cm měl válcové, duté litinové jádro ($\varnothing 22$ cm, tloušťka stěny 18 mm), normální podélnou výztuž $\varnothing 18$ mm a příčnou výztuž ve tvaru šroubovice $\varnothing 12$ mm, $h = 8,3$ cm. Vnitřek litinového jádra byl rovněž vyplněn betonem. Při zkoušce byla měřena přetvoření všech složek sloupu tak, aby se daly stanovit jejich podíly na únosnosti.

Rozdělení návrhového zatížení sloupu - 242 t

Složka sloupu	Průřezová plocha v cm^2	Modul pružnosti E kg/cm^2	Rozdělení zatížení sloupu 242 t	
			t	%
litinové jádro	114	932.000	62,6	25,9
podélná výztuž	20,4	2,100.000	21,8	9,0
příčná výztuž spirální	19,8	2,100.000	11	4,5
beton	1849	244.000	146,6	60,6

Porovnávací sloup z ovinitého betonu (stejného průřezu a vyztužení, pouze bez litinového jádra) měl toto rozdělení sil při zatížení 242 t:

Složka sloupu	Průřezová plocha cm^2	Modul pružnosti E kg/cm^2	Rozdělení zatížení sloupu 242 t	
			t	%
podélná výztuž	20,4	2,100.000	23,3	9,6
příčná výztuž	19,8	2,100.000	37,3	15,4
beton	1963	244.000	181,4	75,0

Pevnost sloupu, odpovídající dosažení meze pružnosti spirály byla 694 t.

Zatěžovací zkoušky hřibových stropů nákladového nádraží na Žižkově (1933) byly příležitostí pro experimentální výzkum pokrokové železobetonové konstrukce ve skutečném měřítku. Na sloupech s odsazenými hlavicemi o osové vzdálenosti $5,28 \times 5,59$ m ($5,28 \times 4,98$ m) spočívala deska tloušťky 0,28 m (0,26 m), dimensovaná na nahodilé zatížení 2000 kg/m^2 (1800 kg/m^2).

Při zkoušce byla stropní deska zatěžována jednak osamělými břemeny 5000 kg a 6000 kg, jednak rovnoměrným zatížením $p = 2000 \text{ kg/m}^2$ (písek). Průhyby byly měřeny hodinkovými indikátory s přesností 0,01 mm.

Výsledné porovnání průhybů teoretických a naměřených

Zatížené pole		Zatížení	Průhyb uprostřed pole v mm	
			změřený	teoretický
nad přízemím	vnitřní	$P_1 = 5000 \text{ kg}$	0,201	0,309
	krajní		0,234	
nad suterénem	vnitřní	$P_2 = 6000 \text{ kg}$	0,374	0,371
		$q = 2000 \text{ kg/m}^2$	1,540	1,800

Ústav se podrobně zabýval *technologii betonu a kontrolou jeho mechanických a fyzikálních vlastností*, která dále velmi úzce souvisela jak s normalizací navrhování a provádění betonových konstrukcí, tak s kontrolou betonářských prací.

Předně šlo o celou řadu otázek týkajících se vlastností a zkoušení československých cementů. Pro masivní základy strojů bylo nutno kontrolovat vývin hydratačního tepla a průběh teplot v bloku ve vztahu k jeho mechanické pevnosti - hlavně pevnosti v tahu.

Systematická kontrola cementů ze staveb byla důležitým podkladem pro normalizaci zvýšených požadavků na československé cementy.

Poněvadž bylo třeba využít, alespoň v naléhavých případech, zvláštních vlastností *hlinitanového cementu*, musel se na jedné straně zkoušet dovezený francouzský cement (Ciment fondu, Lafarge), na druhé straně kontrolovat vlastnosti elektrotaveného cementu československé výroby (Královská cementárna - Čížkovice) při jeho zavádění.

V souvislosti s výrobou bauximentu v Ladicích byly zkoušeny jeho vlastnosti mechanické, fyzikální a chemické.

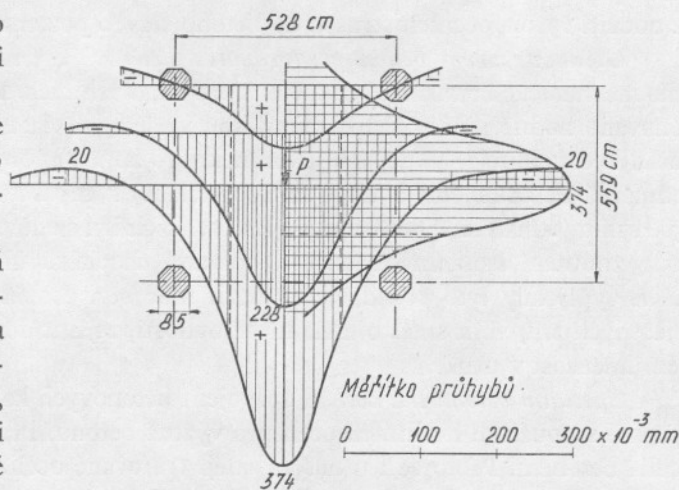
Cement měl tyto pevnosti v tlaku:

- 12 hod. - 492 kg/cm²,
- 28 dní - 808 kg/cm² při vodním uložení,
- 28 dní - 896 kg/cm² při smíšeném uložení (1 + 6 + 21 dní).

Zkoušené betony měly tyto pevnosti v tlaku:

Druh betonu	Množství cementu kg/m ²	v/c	Pevnost v tlaku kg/cm ²				
			1 den	28 dní	6 měs.	1 rok	3 roky
I	200	0,70	210	497	508	540	529
II	250	0,60	393	561	599	651	638
III	300	0,52	452	671	673	728	746
IV	350	0,47	499	655	654	686	755

Pro konstrukce a betony vystavené rázům byla zjišťována *závislost mezi tzv. houževnatostí a pevností v tlaku* pro různé druhy cementu. Na houževnatost cementu působí nepříznivě ztráta vlhkosti (při smíšeném uložení). U malt ve vodním uložení byla zjištěna závislost na geometrickém průměru pevnosti v tlaku a tahu; při střídavém uložení a u cementového kamene nikdy nebyl zjištěn jednoduchý zákonitý vztah k pevnostem v tahu a tlaku.



- 17. Ohybová plocha hříbového stropu pro zatížení $P = 6000$ kg.
- 17. Площадь изгиба грибовидного перекрытия при нагрузке $P = 6000$ кг.
- 17. Deflection of flat-slab floor subjected to load $P = 6000$ kg.

Pro výstavbu některých vodních děl (Štěchovice, Vranov) a pozemních staveb (ministerstvo zemědělství a dopravy) byly prováděny výzkumné práce i s litým betonem na vlastním licím zařízení v ústavu i ve vztahu k různým metodám zhutňování včetně vibrace.

Pro pozemní stavby šlo též o zvláštní betony, které mají vhodné izolační schopnosti tepelné nebo zvukové (lehké betony). Tyto práce souvisely s použitím lindbetonu vyztuženého tuhými ocelovými průřezy při stavbě Sociální pojišťovny na Smíchově. Při tom byly řešeny i otázky, týkající se použití vysokopecních strusek do betonů staveb pozemních i silničních.

Objemové změny betonu při tvrdnutí a změnách vlhkosti a teploty mají rozhodující význam pro jeho mechanické i fyzikální vlastnosti a pro vznik trhlinek. Proto bylo studiu zákonitostí těchto změn věnováno hodně práce. Tyto změny jsou výslednicí vlastností složek betonu, jeho složení (hlavně vodního součinitele) a vnějších podmínek. Pro kontrolu objemových změn trámečků $10 \times 10 \times 40$ cm (odměrná délka 30 cm) bylo použito optického komparátoru Leitzova, jímž bylo možno měřit na 0,001 mm (odhad na 0,0001 mm). Při zkouškách byl sledován vliv cementu, jeho množství, množství vody, zhutnění, kamenných součástí, ochranných nátěrů, uložení a výztuže. Pro omezení objemových změn vyplynuly tyto požadavky: omezit množství cementu, vodního součinitele, množství písku a jemných zrn, volit směs o malé mezerovitosti, zajistit dostatečnou vlhkost při tvrdnutí, omezovat nesouměrnost výztuže.

Speciální betonářská ocel. S rozvojem betonových konstrukcí v ČSR bylo nutno řešit otázky spojené s použitím kvalitních ocelí pro výztuž betonu. Při tom je velmi důležitá soudržnost těchto ocelí s betonem. Proto se i u nás zavádějí tvarované oceli. Zároveň s tím byly provedeny rozsáhlé výzkumné práce se speciální ocelí hladkou (S) a žebrovanou ocelí Roxor (mez průtažnosti 4000 kg/cm^2). Nejdůležitější byly otázky soudržnosti a únosnosti vyztužených trámů z betonu ve srovnání s normální betonářskou ocelí a v závislosti na vlastnostech betonu. Soudržnost byla zkoušena na hranolech průřezu 20×20 cm. Ocel Roxor má o 80 % vyšší pevnost v soudržnosti než normální ocel obchodní jakosti (mez průtažnosti 2700 kg/cm^2), hlavně vlivem žebírek. Zkroucení oceli působí jen malé zvýšení soudržnosti.

Zvýšení soudržnosti vlivem žebírek: beton (f), pevnosti 250 kg/cm^2 - 167 %,
beton (g), pevnosti 300 kg/cm^2 - 110 %.
Zvýšení soudržnosti vlivem zkroucení: beton (f), pevnosti 250 kg/cm^2 - 25 %,
beton (g), pevnosti 300 kg/cm^2 - 22 %.

Zjistilo se, že ocel Roxor je nejvhodnější i pro zpracování ve vyztužovací kostře a pro možnost vypustit kotevní háky.

Zkoušky trámů $23 \times 35 \times 287$ cm na ohyb a sloupků $20 \times 20 \times 100$ cm na dostředný a mimostředný tlak. Trámy s ocelí Roxor měly převážnou část průhybu pružné povahy. Ani při konečném porušení nepřesahovaly trvalé průhýby $\frac{1}{3}$ celkových. Při lepší soudržnosti, již Roxor zaručuje, nastávalo zlepšení pružných vlastností betonu ve spojení s výztuží zřejmě následkem menších napětí betonu ve styčné ploše. Únosnost trámů se speciální výztuží byla stejná jako v případě normální oceli, přestože průřezová plocha takové výztuže normální byla o 57 % větší. Speciální výztuž dovoluje lépe využít větších pevností betonu než ocel obchodní. Výsledky ukázaly, že je možné zvýšit dovolené namáhání oceli při stejném stupni bezpečnosti, jak to potom bylo vtěleno do příslušné československé normy.

Ze zkoušek sloupků vyplynula nutnost hustší příčné výztuže, aby se dalo využít vyšší meze stlačitelnosti těchto speciálních ocelí (zvláště vhodným příkladem použití je ovinutý beton). K porušení docházelo vybočením výztuže nebo přetržením třmínek.

Výsledky těchto prací vytvořily solidní podklady pro rozhodnutí o zavedení oceli Roxor v ČSR.

Pro stanovení mechanických vlastností betonu je důležitá velikost zkušebního tělesa a způsob zatížení. Proto byla zjišťována závislost pevnosti betonu v tahu za ohybu na rozpětí zkušebních trámů. Tato otázka byla později předmětem rozborů a zkoušek i v jiných zemích. Trámce průřezu 12×12 cm byly zkoušeny na rozpětí 30, 36, 48 a 60 cm - se sedmi různými cementy. Současně byla

kontrolována pevnost betonu v tlaku jednak na vyříznutých krychlích, jednak na zlomcích trámčů s tlačnými deskami 12×12 cm.

Přestože trámce byly zatěžovány pouze jedním břemenem, byly pevnosti v tahu za ohybu (průměr) při rozpětí 60 cm o 5 % nižší než při rozpětí 30 cm. Dnes si tento jev vysvětlujeme pravděpodobností výskytu slabšího místa v trámečku mezi podporami (v místech největších momentů). Ve srovnání s krychlemi o hraně 20 cm byla průměrná pevnost betonu na krychlích o hraně 12 cm vyříznutých z trámčů jen 94 % a na úlomcích trámčů pouze 90 %.

V souvislosti s přípravou československé normy pro betonové stavby a kontrolu pevnosti betonu byly provedeny (1934) rozsáhlé výzkumné práce a zkoušky s 18 různými betony (4 druhy cementu - 2 portlandské, 2 hlinitanové).

Pevnost v tlaku byla stanovena na krychlích o hraně 20 cm, zlomcích trámečků o průřezu 12/12 cm a trámčích 10×10×120 cm vyztužených obchodní ocelí a Roxorem. Pevnost v tahu za ohybu byla zjišťována na trámčích 12×12×40 cm (l=30 cm) a 10×10×120 cm (l=100 cm).

Zároveň s pracemi prováděnými pro silniční betony byly určeny i pružné vlastnosti těchto betonů na trámečcích 20×20×50 cm. Stlačení bylo měřeno na základně 20 cm. Pro mocninový zákon pružnosti - Bach-Schüleův:

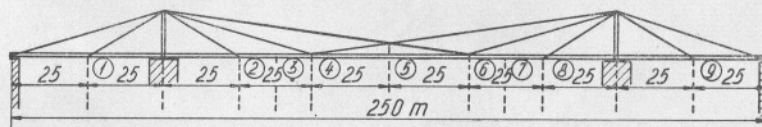
$$\lambda = \frac{1}{E_1} \nu \delta$$

byly ze zkoušek stanoveny vyrovnávacím počtem hodnoty $E_1 \delta$.

Podobným způsobem byla zjištěna též závislost mezi krychelnou pevností betonu κ'' a modulem pružnosti E

$$E = 147\,000 + 400 \kappa'',$$

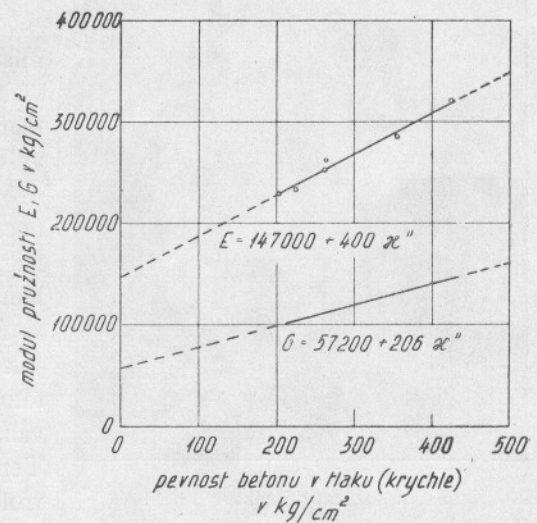
kteřá dávala velmi dobrou shodu se zkoušenými betony, lepší než známé vztahy Schüleho, Rošovy, Yoshidovy a Stadelmannovy.



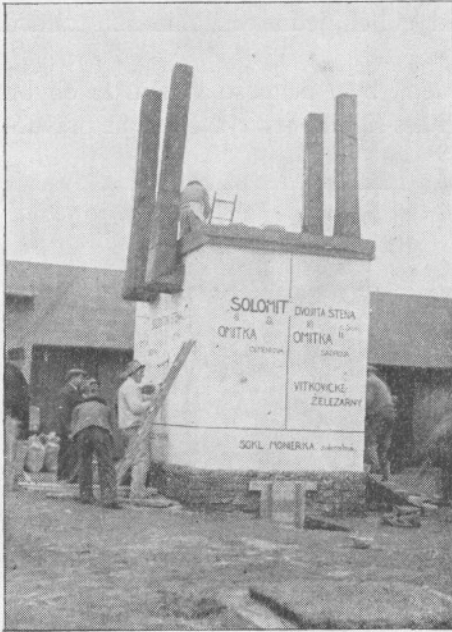
19. Schéma konstrukce Štefánikova mostu pro zatěžovací zkoušku.
19. Схема конструкции моста им. Штефаника при испытаниях на нагрузку.
19. Schema of Štefánik's bridge structure for load test.

Stejně byla konečně stanovena závislost modulu pružnosti betonu ve smyku a krychelné pevnosti betonu

$$G = 57\,200 + 206 \kappa''.$$



18. Závislost modulů pružnosti E a G na krychelné pevnosti betonu.
18. Зависимость модулей упругости E и G от кубической прочности бетона.
18. Relation between elasticity moduli E and G and cubic strength of concrete.



20. Zkušební požární domek.
 20. Домик для огневых испытаний.
 20. Experimental fire-test house.

Zatěžovací zkouška Štefánikova mostu v Praze (1934).

Účelem této zkoušky bylo ověření bezpečnosti tohoto starého visutého mostu. Most byl zatěžován vlaky městské elektrické dráhy (2 vlaky o 3 vozech se zátěží celkové váhy 2×45 t).

Největší průhyb byl naměřen v bodě č. 5. V tomto místě působila klidně 3. osa zatěžovacího (šestiosového) vlaku: 9,95 cm a 10,10 cm (dva hlavní nosníky) - oproti teoreticky stanovené hodnotě 7,61 cm, což podstatně převyšovalo i hodnotu dovoleného průhybu - o 19,7 %.

Požární zkoušky. Pro ověření tepelně izolační schopnosti různých ochranných ohnivzdorných materiálů (calo-frig, pěnobeton), jak pro ocelové, tak pro železobetonové konstrukce, byly provedeny (1932) požární zkoušky na zkušebním domku k tomu účelu zvláště vybudovaném. Jak ocelová, tak železobetonová konstrukce podrobená této zkoušce byla při tom zatížena. Současně byla ověřována i tepelně izolační schopnost obvodových stěn domku. Teploty při zkoušce dosahovaly až 1200° C a byly kontrolovány termočlánky. Při zkoušce byl ověřován též vliv náhlého ochlazení vnitřních stěn zkušebního domku proudem vody.

Od svého vzniku účastnili se pracovníci ústavu i *pří-
 mého budování většiny důležitých objektů na území celé republiky.* Zkušenosti vedoucích pracovníků doplněné zkouškami všeho druhu poskytovaly dobré pevné předpoklady pro účinnou pomoc praxi. Stačí uvést pouze některé hlavní objekty: filtrační stanice v Podolí, elektrárna v Ervenicích a v Kolíně, spalovna v Brně a Vysočanech, výstavba vysokých škol a ministerstev (právnícká fakulta, Nová technika v Dejvicích, ministerstvo zemědělství atd.). To vše byly doklady úzkého a oboustranně prospěšného vztahu pracovníků ústavu k praxi a jejím potřebám.

Vývoj ústavu 1936—1952

Nová budova a zařízení ústavu

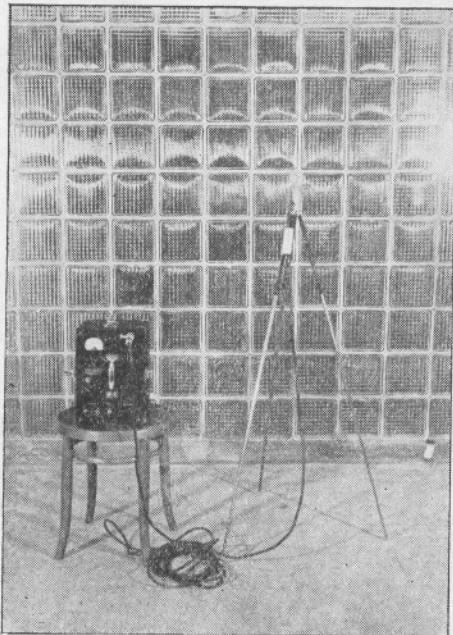


21. Vchod do ústavu v Dejvicích.
21. Вход в здание института в Праге-Дейвице.
21. Entrance to the Institute in Dejvice.

Přestěhování do II. budovy nového Českého vysokého učení technického v Dejvicích znamenalo pro ústav velký skok kupředu jak z hlediska okamžitých možností, tak i z hlediska dalšího rozvoje. Jeho místnosti zabíraly část přízemí a suterénu uličního traktu a dvoupatrové dvorní křídlo. Do dvora ústavu $23,5 \times 40$ m a přes něj až do hlavní zkušebny a na zasklený dvůr je snadný přístup i s nejtěžšími břemeny, a to vraty z ulice.

Ze stísněných poměrů dřevěného baráku a sklepních místností na Karlově náměstí přešel ústav do prostor, které byly pro jeho potřeby již upraveny. Z původní plochy 318 m^2 , o niž se ještě dělil, přešel na celkovou plochu 7010 m^2 .

Mohlo se zdát, že potřeby ústavu byly tím na dlouhou dobu vyřešeny, ale vývoj dalších dvaceti let ukázal *oprávněnost původního požadavku, aby výzkumný ústav měl k dispozici velké volné plochy, kde by se mohl s rozvojem potřeb i stavebně rozvíjet a doplňovat.*



22. Zkouška zvukového útlumu příček.
 22. Испытания на затухание звука в рас-
 косах.
 22. Test of sound-transmission losses for
 partition walls.

Všechny prostory ústavu, kde bývá ve větší míře znečišťován vzduch, byly opatřeny vhodnými odsávacími ventilátory (digestoře, obráběcí stroje, brusový stroj, výhně, zkušebny) s eventuálními lapači nečistot. Do všech zkušeben, dvorů a dílen byl zaveden stlačený vzduch vyráběný vlastním kompresorem.

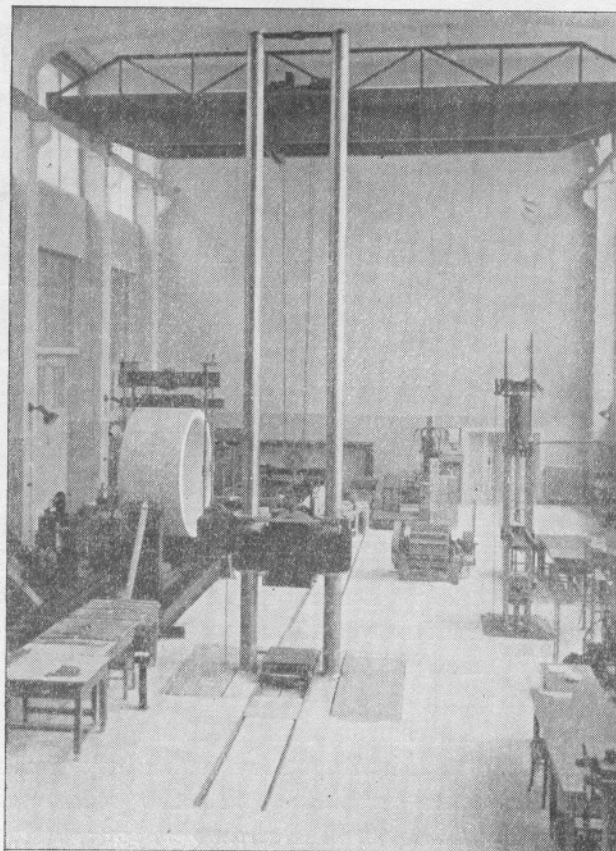
Do dlažby dvorů, zkušeben a průjezdů byly osazeny kolejnice pro dopravu těžkých těles na vozících o rozchodu 600 mm s točnými ve vhodných místech. Tyto koleje procházejí i velkým lisem 1000 t, jehož tlačné vozíky mají stejný rozchod.

Podobným účelům slouží i řada pojízdných jeřábů. Největší z nich ve velké zkušebně je elektrický a má únosnost 7500 kg; je řízen z podlahy zkušebny. Jeřábová dráha je ve výšce 8,70 m nad dlažbou. Na zaskleném dvoře (betonářském) je ruční jeřáb na 3500 kg. Podobné jeřáby byly osazeny i v ka-

Velké prostory ve II. suterénu poskytly vhodné umístění pro dlouhodobé zkoušky ve stálých podmínkách. Všechny místnosti byly vhodně vybaveny a upraveny s ohledem na jejich plánované využití pro dílny, zkušebny, sklady, chemickou laboratoř, mikroskopickou laboratoř atd. Rovná střecha nad hlavní zkušebnou byla opatřena cementovou dlažbou do asfaltu, takže zde bylo možno vystavovat vzorky vlivu počasí. Za tím účelem byl postaven těž nákladní výtah na 400 kg s plošinou 150 × 100 cm pro dopravu mezi střechou a dvorem.

Při výstavbě bylo pamatováno i na úpravu vhodných místností pro zkoušky akustické. Příslušná stropní konstrukce místnosti byla dvojitá, obvodové a vnitřní stěny zvukově izolovány tak, aby zvukové zkoušky nebyly rušeny hlukem z ulice nebo z budovy. Zkušební strop měl rozměry 2,30 × 2,80 m. Do příčky sousední místnosti se dala zabudovat zkušební stěna o rozměrech 2,16 × 2,20 m. Potřebné měřicí přístroje intenzity i povahy zvuku se daly použít i na měření mimo ústav.

23. Pohled do hlavní zkušebny.
 23. Вид главной экспериментальной лаборатории.
 23. View of the main testing hall.



menické dílně a ve zkušebně nepropustnosti. Na I. dvoře je instalován pojízdný portálový jeřáb na 3000 kg při rozpětí 8 m. Na II. dvoře pak ruční jeřáb na 2500 kg na zvýšené ocelové konstrukci jeřábové dráhy, která obsluhovala tzv. *požární domek*, vybudovaný v roce 1938 pro zjišťování vlivu vysokých teplot za požáru na stavební hmoty a konstrukce.

Ústřední místností ústavu je hlavní zkušebna o půdorysných rozměrech 29,15 × 13,26 m a výšce 11,15 m. Je to železobetonová rámová konstrukce se vzdáleností rámu 4,15 m. U vchodu do zkušebny je galerie pro hromadné návštěvy a pro lehčí stroje.

Ústav byl v té době vybaven celou řadou zkušebních strojů, které dovolují statické zkoušky: v tlaku do 1000 t s volnou délkou 7 m, tahem do 250 t s maximální délkou 4,5 m v ohybu pro největší rozpětí 8 m. Pulsátor na 250 t pro dynamické zkoušky o 100 až 500 pulsacích za minutu může pracovat s různými zkušebními stroji.

Ústav má tyto laboratoře a dílny s příslušným zařízením:

Zkušebna cementu pro zkoušky cementu a ostatních pojiv se dvěma mechanickými míchačkami Steinbrück-Schmelzerovými a dvěma kladivovými stloukači Böhme-Martensovými se samostatným pohonem pro přípravu normových cementových těles (osmičky, krychle o hraně 7 cm). Kromě toho je vybavena veškerým dalším zařízením pro zkoušky cementu.

Zkušebna písku a štěrku pro provádění všech důležitých normových a nenormových zkoušek kamenných složek betonu.

Kamenická dílna se zařízením na přípravu zkušebních těles z přírodního i umělého kamene (jakož i betonu vyjmutého z konstrukcí). Patří k ní i čelistový drtič na kámen.

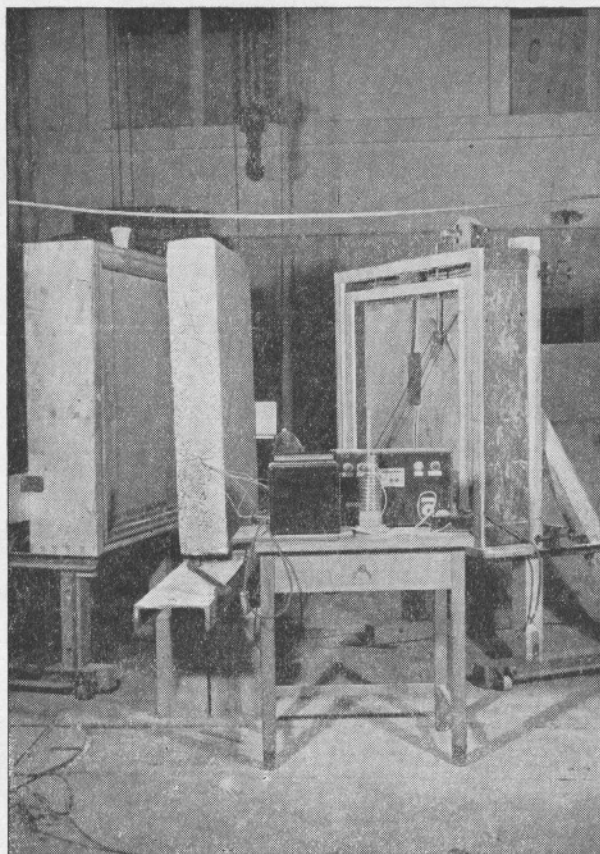
Zkušebna hornin zařízená pro zkoušky jejich houževnatosti otlukem jednak v otlukových bubnech, jednak v otlukovém padostroji. K nim se řadí i stroje na zkoušku obrusnosti hornin a kulové mlýny.

Betonářská dílna se zařízením pro výrobu a kontrolu betonové směsi včetně zařízením pro zhutňování betonu při výrobě zkušebních těles, konstrukčních prvků i modelů pro zkoušky.

Truhlářská dílna se stroji pro výrobu zkušebních těles ze dřeva a pro ostatní pomocné práce, hlavně bednění pro modely a konstrukční prvky z betonu.

Mechanická dílna se všemi potřebnými obráběcími stroji na kov, pro přípravu zkušebních těles z kovů, pomocných zařízení pro zkoušky všeho druhu a všech materiálů.

Chemická laboratoř s přístroji na všechny chemické rozbory a zkoušky stavebních hmot hlavně: vody, cementu, betonu, kamenných součástí, asfaltu, dehtu a izolačních hmot.



24. Zařízení pro zkoušky tepelné vodivosti.
24. Устройство для испытаний на теплопроводность.
24. Equipment for thermal conductivity tests.

Mikroskopická laboratoř pro mikroskopické vyšetřování hornin, cementu a jiných hmot s mineralogickým mikroskopem Leitz a dalšími přístroji i pro fotografii, včetně rtuťové lampy pro vyšetřování ultrafialovými paprsky.

Fyzikální laboratoř pro fyzikální zkoušky stavebních hmot a zemin se zařízením jako: Gonellův přístroj, četné objemoměry, přístroje pro sledování tepelných změn při hydrataci cementu, přístroje nutné pro cejchování přesných měřicích přístrojů včetně Huggenbergerova kalibrátoru a přístroje pro dynamická měření na konstrukcích, jako seismografy.

Laboratoř pro zkoušky na modelech, jejímž úkolem bylo vyšetřování stavů napjatosti na dvojrozměrových modelech z celoidu a jiných hmot v polarizovaném světle.

Fotografická laboratoř s veškerým potřebným zařízením pro provádění technických snímků ze zkušeben, laboratoří i ze staveb, včetně zařízení pro promítání. K ní se druzí i místnost a zařízení pro rozmnožování výkresů světlotiskem.

Zařízení pro zkoušky nepropustnosti hornin, betonu, dřeva a jiných stavebních hmot - jakož i pro zkoušky trub na vnitřní tlak. Tlaková voda je dodávána pístovým akumulátorem (obsah 5 l) se zátěží pro $p_{\max} = 60 \text{ kg/cm}^2$.

Zařízení pro zkoušky tepelné vodivosti zdí, stropů i střešních konstrukcí. Zkušební plocha $1 \times 1 \text{ m}^2$. Zařízení se dalo použít i pro zkoušky přímo na stavbách.

Pro uložení zkušebních těles ve zvláštních podmínkách (i dlouhodobě) měl ústav též potřebné místnosti a zařízení. K tomuto zařízení patřily dvě pece pro zkoušky vlivu vysokých teplot, a to plynová (s prostorem $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}$) na teplotu max. 1500°C a naftová s malou muflí na teplotu až 1800°C . Tyto pece sloužily i jiným (hlavně cementářským) účelům.

Pro zajištění praktického cvičení posluchačů vysokých škol měl ústav tzv. cvičebnu pro 30 osob, kde se posluchači seznamovali s vlastnostmi a zkoušením stavebních hmot a konstrukcí.

Přirozeným a nutným doplňkem ústavu byla knihovna, vybavená odbornou literaturou vztahující se ke všem oborům činnosti ústavu. Byla doplněna knihovnamí či jejich částmi, které patřily k některým ústavům Vysoké školy inženýrského stavitelství, jejichž vědeckovýzkumnou práci ústav převzal. Byly to knihovny: prof. inž. dr. K. Špačka, prof. inž. Fr. Kloknera a prof. inž. dr. Jedličky.

Velký počet zahraničních vědeckých a technických časopisů doplnil příznivé podmínky pro zajištění vysoké odborné úrovně ústavu i jeho pracovníků.

Odborný a vědecký rozvoj ústavu

Nová budova techniky, v níž je ústav dosud umístěn, poskytovala veškeré potřebné hmotné podmínky pro bouřlivý rozvoj jeho vědecké a odborné činnosti v následujících 15 letech, přestože byla poznamenána válečným obdobím 1939—1945.

Toto umístění a vybavení umožňovalo doplnit zaměření ústavu o otázky: tepelné vodivosti, únavy materiálu, zvukového útlumu, vlivu dlouhodobého zatížení, dynamických účinků na konstrukce, jakož i teorie modelů.

Přestěhováním ústavu do nové budovy se nezměnil jeho vztah ani k vysoké škole, ani k praxi a vědě. Rostoucí význam ústavu pro praxi vedl však ke stálému zvyšování požadavků praxe na ústav. Ten řešil všechny důležité otázky výstavby všech druhů konstrukcí od zakládání přes vlastnosti

stavebních hmot (cihly, beton, ocel) a statické pojetí konstrukce ke kontrole hotových objektů zatěžovacími zkouškami a ke zjišťování a odstraňování závad všeho druhu jak na nových, tak na starých i historicky cenných objektech.

I když docházelo nutně ke specialisaci odborných pracovníků ústavu, neprojevil se tento stav v organizaci ústavu jeho členěním na specialisovaná oddělení. Zvýšené požadavky praxe se promítly i v pracovní náplni ústavu. Kromě rozsáhlých výzkumných prací pro některé významné a velké stavby tvořily hlavní pracovní náplně ústavu drobnější úkoly vyžadované ústředními úřady, stavebníky a stavebními podniky.

K řešení samostatných výzkumných úkolů docházelo v tomto období pouze na základě jednorázových podpor, které k tomu účelu poskytovaly vědecké a odborné organizace i velké průmyslové závody či podniky, hlavně pak: Masarykova Akademie práce, Československý betonářský spolek, Československý svaz pro výzkum a zkoušení technicky důležitých látek a konstrukcí.

Téma těchto úkolů navrhoval buď ústav sám, nebo příslušné vědeckotechnické organizace.

S rostoucími požadavky stavební praxe byly nakonec některé zkušební metody normalizovány a přejaty nově se tvořícími ústavu při některých ministerstvech (jako stavebnictví, dopravy, popř. i jiných ústředních orgánech).

V některých směrech byla působnost ústavu rozšířena převzetím jiných zkušebních ústavů vysoké školy inženýrského stavitelství nebo formálním předáním zařízení, kterého ústav již předtím používal:

1. března 1939 byl převzat ústav přirozených kamenů po zemřelém prof. inž. dr. Špačkovi, a to zařízení (stroje), zaměstnanci i sbírky.

21. března 1939 byly na ústav inventárně převedeny stroje prof. dr. J. Woldřicha, které byly již delší dobu v jeho používání.

V roce 1939 došlo k násilnému přerušování činnosti ústavu při uzavření českých vysokých škol německými okupanty, a to dne 17. listopadu 1939, jenž je černým dnem v kulturním životě Československa.

Po uzavření českých vysokých škol požádal inž. dr. B. Hacar ministerstvo techniky, aby se zasadilo o udržení ústavu v provozu v zájmu stavebnictví. Teprve v lednu 1940, po ustanovení prof. německé techniky inž. dr. Fiedlera akademickým komisařem Vysoké školy inženýrského stavitelství, bylo oznámeno, že ústav bude opět otevřen. Budova ústavu byla obsazena jednotkami SS, které v něm do opětovného uvolnění ústavu 3. 6. 1940 napáchaly mnoho škod.

Druhým akademickým komisařem byl okupanty ustanoven prof. inž. dr. Gessner. K ústavu byla přiřčena početná skupina českých zaměstnanců leteckého závodu Junkers. Na výzkumných pracích pro tento závod se museli podílet i původní zaměstnanci výzkumného ústavu, a to ve spolupráci s českým oddělením projekce Junkersových závodů v Praze. Toho bylo využito k tomu, aby celá řada českých studentů, jimž bylo znemožněno pokračovat ve studiu násilným uzavřením našich vysokých škol okupanty, byla přijata na pracoviště ústavu, a tak uchráněna od nuceného nasazení na práci do Německa. Tím na jaře r. 1945 vzrostl počet zaměstnanců ústavu na 89.

Po skončení války v r. 1945 zahájil ústav opět svoji normální činnost v rámci Vysoké školy inženýrského stavitelství. Poněvadž byl jediným výzkumným ústavem v oboru stavebnictví, nesli jeho pracovníci veškerou tíhu velkých úkolů poválečného budování, začínaje rekonstrukcí válkou poškozených staveb a konče složitými technickými otázkami průmyslové i občanské výstavby. Zvýšené požadavky stavebnictví vedly nakonec i k začlenění výzkumného ústavu na krátké období 1950—1952 do resortu ministerstva stavebnictví. Stal se podstatnou částí tehdejšího Ústavu stavebních hmot a konstrukcí. V té době řešili pracovníci ústavu plánované výzkumné úkoly ministerstva stavebnictví.

Z hlavních prací ústavu 1936—1952

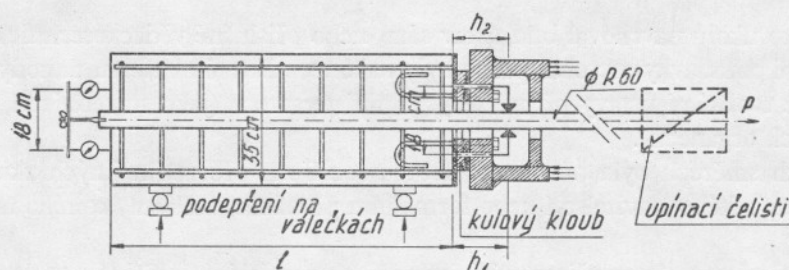
Šlechtěné betonářské oceli. Při zavádění kvalitních ocelí jakožto výztuže do betonu byly ve Výzkumném ústavu provedeny velmi rozsáhlé výzkumné práce různých ocelí, jako kroucené oceli Toros, oceli Roxor atd.

U oceli Roxor bylo třeba ověřit potřebnou kotevní délku jednak v případě rovné tyče, jednak u tyče opatřené hákem. Pro zkoušky bylo použito ocelí $\varnothing R 14$, $\varnothing R 28$ a $\varnothing R 60$. Příslušné kotevní délky rovných tyčí byly:

$\varnothing R 14$ —17 až 56 cm, průřez 20×20 cm,

$\varnothing R 28$ —13 až 154 cm, průřez 20×20 cm,

$\varnothing R 60$ —90 až 240 cm, průřez 35×35 cm.



25. Úprava zkoušky soudržnosti oceli $\varnothing R 60$.

25. Процесс испытания на сцепление стали $\varnothing R 60$.

25. Arrangement of bond test for $\varnothing R 60$ steel.

Kotevní délky tyčí s háky (pouze průměr $\varnothing R 28$) - rovná část tyče - 13 až 52 cm, průřez 20×38 cm. Průměrné pevnosti betonu: tělesa s výztuží $\varnothing R 14$ a $\varnothing R 60$ - 195 kg/cm^2 , tělesa s $\varnothing R 28$ — 183 kg/cm^2 .

Při kotevní délce alespoň $27,9 d$ nastalo vždy porušení oceli mimo beton. Tyto výsledky byly vodítkem pro ustanovení čs. normy, která pro betony o pevnosti alespoň 170 kg/cm^2 vyžaduje kotevní délku nejméně $30 d$.

Soudržnost oceli Toros s betonem byla ověřována (1937) jednak na tyčích rovných, jednak na tyčích s háky. Porovnávacím materiálem byla normální betonářská ocel. Kotevní délka rovných tyčí byla: $6 d$ až $35 d$, rovná část tyče s háky: 6 až $23,5 d$. Průměrná pevnost betonu: $178,5 \text{ kg/cm}^2$. Při kotevní délce $34,9 d$ ($\varnothing T 12$, $T 17$) nastalo vždy porušení tyče mimo beton (při průměrné mezi průtažnosti 4431 až 4312 kg/cm^2 pro $\varnothing T 12$ až $T 20$). Zkušební tělesa měla průřez stejný jako u oceli Roxor.

Soudržnost oceli Isteg (1937) byla zkoušena podobně jako Toros. Kotevní délka rovných tyčí byla 8 až $49 \varnothing I$, rovná část tyčí s hákem 8 až $33 \varnothing I$. Průměrné pevnosti betonu: 178 a 319 kg/cm^2 .

I v tomto případě sloužila normální betonářská ocel jako porovnávací materiál. Při kotevní délce zkoušených průměrů ($\varnothing I 12$ až 20) $49 \varnothing I$ u betonu o pevnosti 178 kg/cm^2 a $33 \varnothing I$ u betonu o pevnosti 319 kg/cm^2 nastalo vždy porušení oceli mimo beton.

Podobné výzkumné práce byly prováděny (1945) i s žebírkovanou kruhovou speciální ocelí značky WM podle uspořádání, žebírek, a to s $\varnothing 14$ až 24 mm . Mez průtažnosti oceli 4100 až 4500 kg/cm^2 . Porovnávacím materiálem byla normální ocel St37 a Toros. Zkušební tělesa z betonu o průměrné pevnosti 173 kg/cm^2 měla kotevní délky 10 až $25 d$.

Zjistilo se, že co do soudržnosti byla žebírkovaná ocel WM výhodnější.

Zatěžovací zkoušky mimořádných konstrukcí železobetonových i jiných všeho druhu tvořily velmi důležitou část experimentálního výzkumu na modelech ve skutečné velikosti. Kromě velkého

praktického významu pro stanovení konečné jakosti stavebního díla byly i velmi důležitým materiálem pro studium teoretických otázek, hlavně pro bezpečnější a hospodárnější navrhování konstrukcí jak z hlediska celkového pojetí, tak i detailů.

Železobetonový most v Podolsku (1939 — 1940) celkové délky 510 m má hlavní oblouk o světlosti 150 m s výškou mostovky 56,5 m nad normální hladinou řeky. Hlavní oblouk tvoří plná vetknutá klenba tloušťky 2,0 m se střednicí vytvořenou dvěma parabolami 3°, které mají v podpoře odlehčujících kleneb (světlosti 35,7 m, tloušťky 0,75 m) společnou tečnu. Šířka klenby: 7,50 m ve vrcholu, 9,50 m v patkách. Mostovka je podepřena železobetonovými stěnami.

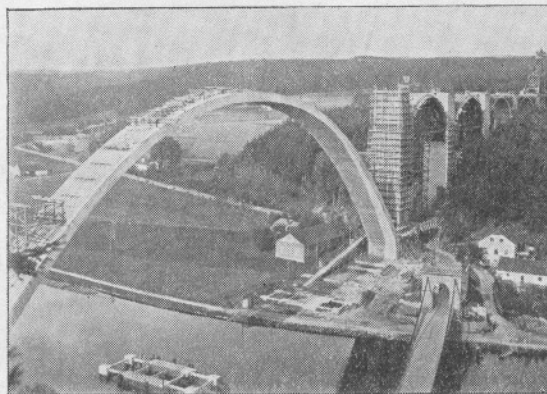
Hlavní oblouk mostu byl vybetonován v listopadu a prosinci 1939. Jakost betonu nemohla být ověřována podle původního programu, poněvadž Výzkumný ústav byl v té době okupanty uzavřen (17. 11. 1939 — 3. 6. 1940). Zkušební vzorky betonu byly pravidelně zhotovovány a mohly být vyzkoušeny až při *zatěžovací zkoušce oblouku*, kdy Výzkumný ústav byl již opět v činnosti.

Kromě normálních důvodů (pružné a nepružné vlastnosti oblouku, stejnorodost betonu v oblouku, porovnání s teoretickými hodnotami) byla důvodem k provedení zkoušky i ta zvláštní skutečnost, že během dlouhotrvajících mrazů v zimě 1939 — 1940 nastalo značné zkrácení železobetonového oblouku a jeho namáhání tahem. To nakonec způsobilo vybočení dřevěné skruže. Bylo proto nutno předčasně (ve vztahu k platným předpisům norem) částečně uvolnit skruž.

Zkouškami byly stanoveny vlastnosti betonu po jedenácti měsících:

- a) *pevnost v tlaku* - $\kappa_b = 379 \text{ kg/cm}^2$ s největšími odchylkami od průměru + 20 % a - 13 %; (pevnost předepsaná: $\kappa_{28} = 250 \text{ kg/cm}^2$);
- b) *pevnost v tahu za ohybu* - $\kappa_{ob} = 41,5 \text{ kg/cm}^2$ s největšími odchylkami od průměru + 20 % a - 12 %;
- c) *modul pružnosti* - $E_b = 260\,000 \text{ kg/cm}^2$ s největšími odchylkami od průměru $\pm 22 \%$.

Při zkoušce byl železobetonový oblouk zatěžován (26.—27. září 1940) osamělým břemenem 40 t ve vzdálenosti asi 31 m od vrcholu oblouku střídavě z každé strany.

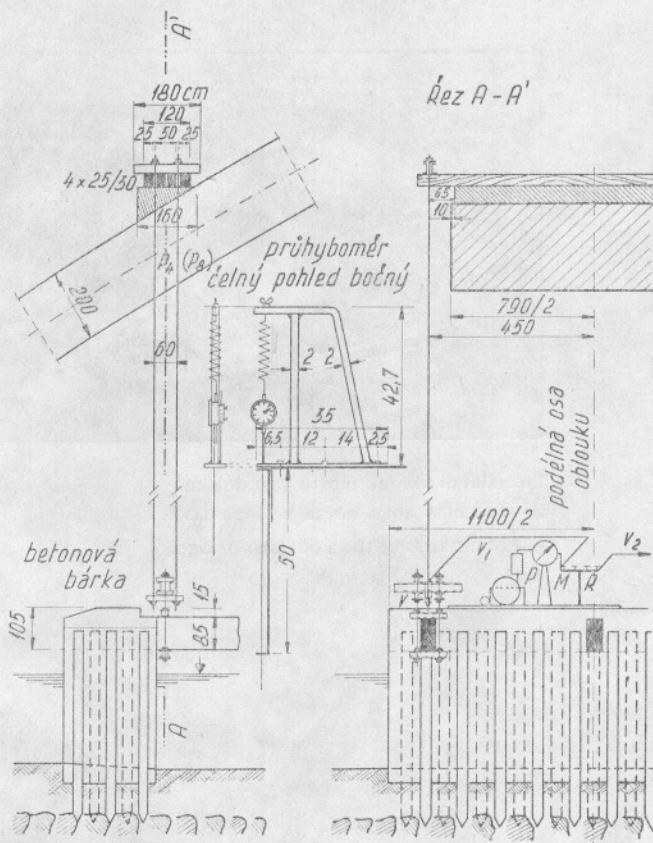


26. Hlavní oblouk mostu v Podolsku.
26. Главная арка моста в Подольске.
26. Main arch of the Podolsko bridge.

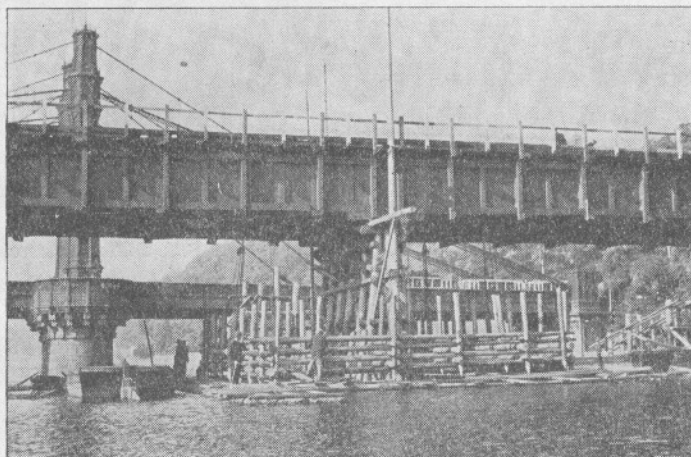


27. Zatěžovací zkouška železobetonového oblouku mostu v Podolsku.
27. Испытания на нагрузку железобетонной арки моста в Подольске.
27. Load test of reinforced concrete arch of the Podolsko bridge.

h l
E F



28. Úprava zatěžovacího a měřicího zařízení na mostě v Podolsku.
 28. Нагрузочное и измерительное устройство для моста в Подольске.
 28. Disposition of loading and measuring equipment on the Podolsko bridge.



29. Pohled na dřevěnou mostní konstrukci.
 29. Вид деревянной конструкции моста.
 29. View of a wooden bridge structure.

a Huggenbergerovými deformmetry (0,0001 mm), chvění nosníků při pohyblivém zatížení Stoppaniho oscilografy. Z oscilografického záznamu byly stanoveny hodnoty dynamického součinitele δ , které se pohybovaly od 1,70 % do 16,7 %.

Zatížení bylo vyvozeno dvěma hydraulickými lisami 20 t, které byly zapnuty mezi pomocné betonové bárky a ocelová táhla, jimiž se zatížení přenášelo na klenbu oblouku. Při zkoušce byly měřeny průhyby oblouku v celé jeho délce a osově přetvoření oblouku v pěti průřezech se šesti roztahoměry v každém průřezu.

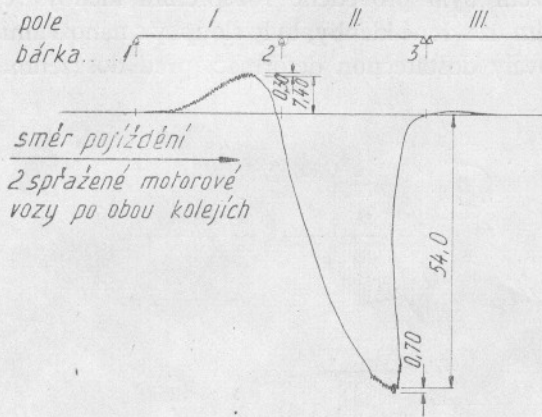
Zatěžovací zkouška dřevěného provizorního mostu v Praze (1941). Dřevěná mostní konstrukce měla 11 polí o celkové délce 255 m. Hlavní nosníky (plnostěnné, roštové vytvořené z fošen a trámů spojených hřebý, ozubenými hmoždíky Bulldog a svorníky) byly vytvořeny jako spojitě o dvou polích ($2 \times 17,75$ m) a 9 polích ($21,5$ m + $6 \times 27,5$ m + $21,6$ m + $11,6$ m) s výškami 1,60 m a 2,10 m. Konstrukce nahrazovala dočasně visutý Štefánikův most po dobu jeho rekonstrukce.

Účelem zkoušky bylo ověření bezpečnosti konstrukce a předpokladů statického řešení. Při tom bylo měřeno: zatlačení dřevěných bárk, přetvoření a namáhání pásů nosníků, stěn nosníků a styků, průhyby mostní konstrukce při klidném (statickém) a pohyblivém zatížení. Byla při tom ověřena i hodnota dynamického součinitele a příčné roznášení zatížení v mostní konstrukci.

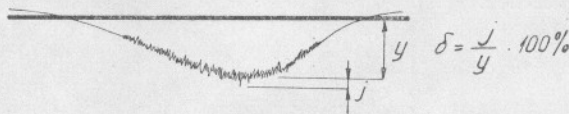
Mostní konstrukce byla při zkoušce zatěžována motorovými vozy městské elektrické dráhy se zvláštní zátěží o celkové váze 18 t na dvě nápravy. Toto zatížení bylo pro vytvoření maximálního ohybového momentu umístěno jednak uprostřed pole (kladné M), jednak pod podporou (záporné M). Při zkoušce byly měřeny průhyby hlavních nosníků mechanickými průhyboměry s přesností 0,01 mm, přetvoření pásů a stěn nosníků hodinkovými (0,001 mm)

Oproti teorii byla zjištěna větší bezpečnost mostní konstrukce. Poněvadž tato veličina je u takové dřevěné konstrukce proměnná, byly prováděny i další periodické kontrolní zatěžovací zkoušky mostu až do jeho nahrazení novou železobetonovou konstrukcí.

Zatěžovací zkoušky ocelových mostních konstrukcí byly zvláště častou prací ústavu po válce, kdy



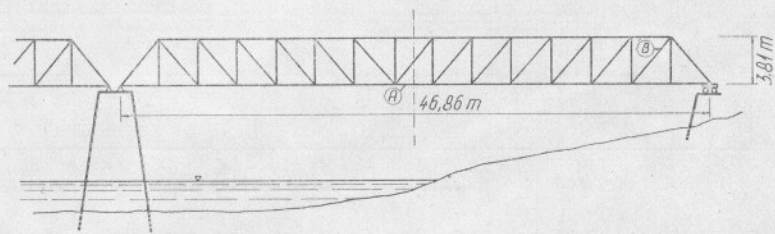
30. Průhyb od pohyblivého zatížení podle oscilografického záznamu - uprostřed 2. pole.
 30. Прогиб от подвижной нагрузки по осциллограмме — посреди 2 пролета.
 30. Deflection caused by moving load inside the second span as recorded by oscillograph.



31. Dynamický součinitel δ určený z dynamického průhybu.
 31. Динамический коэффициент δ определен на основании динамического прогиба.
 31. Dynamic coefficient δ determined from dynamic deflection.

dřeva ve stavebnictví začalo se i u nás používat trubkového materiálu na lešení a jiné pomocné konstrukce, jako skruže, provozní haly, výtahové věže, stožáry atd. Zavedení vhodného systému spojek, které jsou čs. patentem, vyžadovalo četné studie a ověřovací zkoušky. Ty byly prováděny v ústavu i z hlediska nahrazení bezešvých trubek svařovanými, ochrany trubek proti korozi atd. Pracovníci ústavu se podíleli i na zvláštních aplikacích trubkového materiálu a na potřebné normalizaci.

Trubková skruž obloukového mostu v Dolních Loučkách (1950). Hlavní oblouk rozpětí 110 m vyžadoval podpěrnou trubkovou konstrukci o výšce 36 m. Byl to největší známý oblouk, pro jehož



32. Schéma zkoušeného ocelového mostu.
 32. Схема испытываемого стального моста.
 32. Schematic layout of steel bridge under test.

šlo o opravu poškozených mostních konstrukcí nebo o jejich zesílení pro zvýšené požadavky železniční i silniční dopravy. Kromě kontroly materiálu byla zatěžovací zkouška důležitým činitelem při rozhodování o takových mostních konstrukcích. Příkladem takové práce je i železniční most z válečného materiálu. Jeho rozpětí bylo zvětšeno vložением dvou příhrad a konstrukce zesílena. Při zkoušce bylo zjišťováno též rozdělení napětí ve složených průřezech prutů. Sem patří i četné zkoušky velkých střešních konstrukcí z oceli: výrobní haly, garáže atd.

Z mnohých zkoušek otřesů na stavbách obytných a průmyslových se uvádí pouze:

Měření otřesů betonového základu pro turbogenerátor v Třebovicích (1938). Před osazením strojů byl základ prozkoušen při několika polohách vibrátoru (A, B, C, D, E). Při tom byly kontrolovány svislé a vodorovné vibrace v místech a až p.

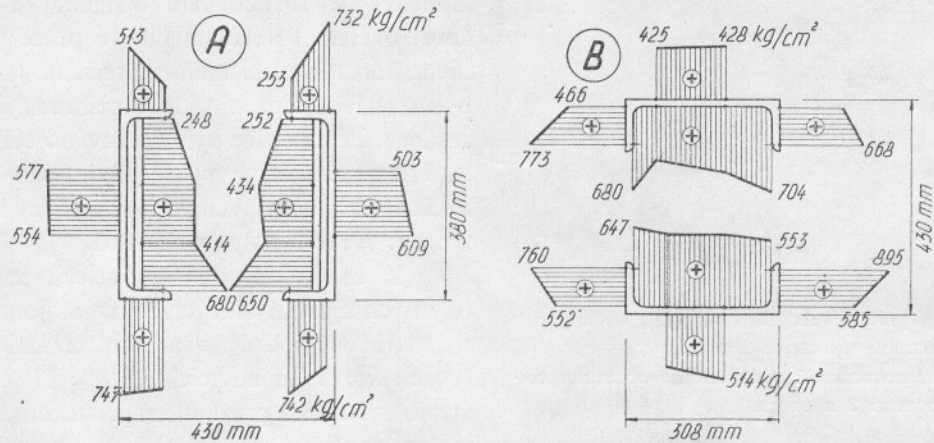
Budičem byl vibrátor, jenž působil otřesy konstrukce v mezích 600 až 3600 za minutu. Výstřednost excentru váhy 2,45 kg byla při měřeních 2,5; 5 a 10 mm.

Otřesy byly měřeny seismografy značky Cambridge se záznamem na celuloidový pásek.

Pro význačná místa železobetonového základu byly stanoveny závislosti chvění na frekvenci i význačné rezonanční stavy.

Použití trubkového materiálu pro pomocné konstrukce. Pro rostoucí požadavky na úsporu

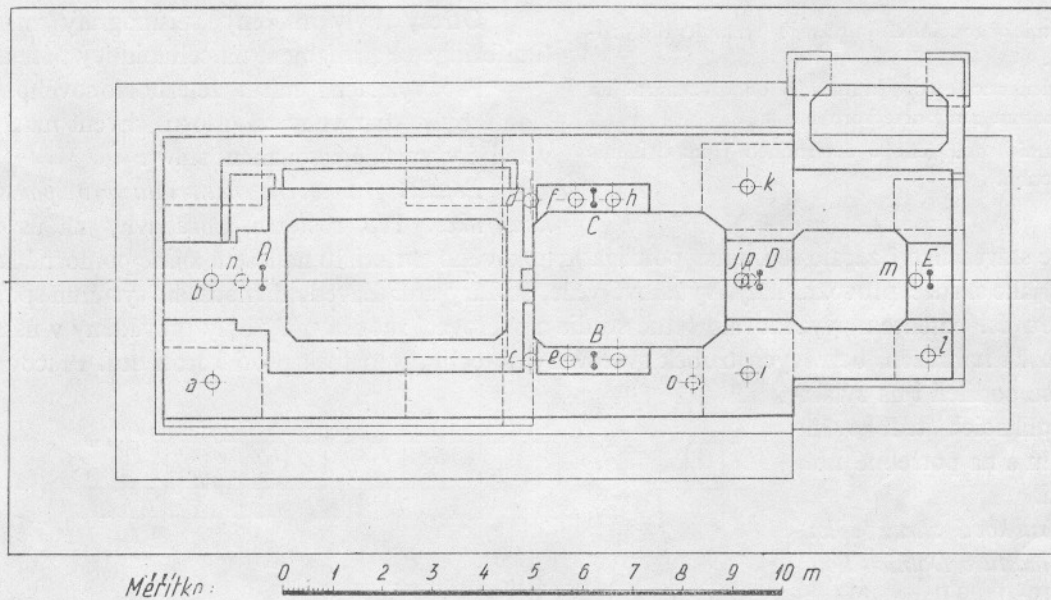
skruž bylo použito normálního trubkového materiálu. Skruž byla vytvořena jako sloupková soustava, již se zatížení přenášelo do betonových prahů. Ve vrcholu měla šířku 10 m, v základech největší 19,0 m. Její stabilita byla za účinku větru zajištěna tímto rozkročením trubkové konstrukce. Pro nastavení přesného tvaru skruže a odskržení byly sloupky opatřeny odskržovacími šrouby. Tohoto zařízení nebylo nakonec použito, poněvadž odskržení bylo provedeno rozepřením klenby ve vrcholu. Aby bylo zabráněno vybočení skruže smrštěním uzavřené klenby, byly sloupky s nánožkami opatřeny bezpečnostními podložkami, které umožňovaly dostatečnou deformaci před dosažením vzpěrné pevnosti sloupků.



33. Rozdělení napětí po průřezu prutů.

33. Распределение напряжений по сечению стержней.

33. Stress distribution in the bar cross-section.



34. Půdorys základu turbogenerátoru s polohami vibrátoru (A až E) a seismografů (a až p).

34. Вид сверху фундамента турбогенератора с различными положениями вибратора (A — E) и сейсмографов (a — p).

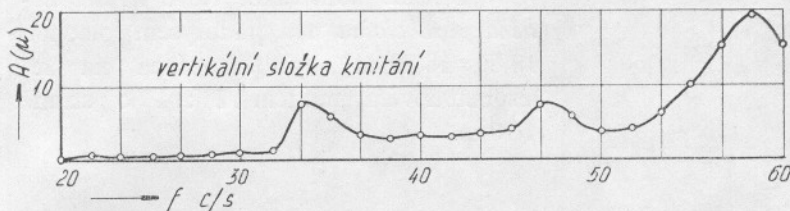
34. Plan of turbogenerator foundation with vibrator (A to E) and seismograph (a to p) positions.

Odkružení železobetonového oblouku mostu v Dolních Loučkách. Poprvé byla u nás použita Fressinetova metoda odkružení rozpínáním oblouku ve vrcholu (1952). Pro odlehčení trubkové skruže bylo třeba vyvodit vodorovnou sílu asi 2300 t. Bylo k tomu použito 12 hydraulických lisů každý o maximální síle 200 t. Lisy byly osazeny v příčném řezu klenby po 6 dvojicích, mezi nimiž

bylo po odkružení vybetonováno 5 rozpíracích sloupů z betonu s bauxitovým cementem.

Hydraulické válce byly napájeny z jednoho zdroje a byly rozděleny do 4 skupin po 3 válcích, což dovolovalo regulaci napětí v příčném řezu klenby.

Tímto způsobem bylo dosaženo: pravidelného a plynulého přenesení zatížení na oblouk, rektifikace oblouku a úspory na práci při odkružení.



35. Rezonanční křivka v bodě k pro vibrátor v bodě D .

35. Резонансная кривая в точке k для вибратора в точке D .

35. Resonance curve at point k for vibrator at point D .

Rozbor poruch dřevěných střešních konstrukcí a jejich omezení (1952—1953). Intenzivní aplikace moderních dřevěných střešních konstrukcí na četných průmyslových závodech umožňovala značné úspory dřeva, ale současně kladla zvýšené požadavky na zajištění tlačných prvků malé příčné tuhosti proti vybočení a prostorové tuhosti celých konstrukcí. Rozbory poruch těchto konstrukcí odhalily celou řadu dalších chyb a nedostatků. Ty byly odstraněny a jejich opakování bylo zabráněno novými čs. normami. Některé otázky, jako bezpečnost hřebíkových spojů, vzpěrná pevnost a zajištění prostorové tuhosti, se staly předmětem výzkumných prací v dalším období - v rámci Československé akademie věd.

Tenkostěnné střešní konstrukce byly předmětem mnoha výzkumných prací na modelech i ve skutečném měřítku, provedených hlavně za války 1939—1945. Zkoušky na modelech předcházely čítným aplikacím v praxi.

Sklo-železobetonová válcová klenba rozpětí 10 m ze skleněných tvárnic délky 24 cm mezi železobetonovými žebry byla zatěžována pytlíky s olovem při kontrole průhybu, pootočení opěr a napětí v betonu a táhlech. Klenba měla tloušťku 5,1 cm.

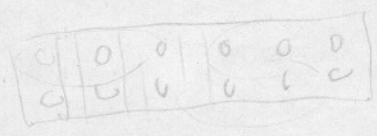
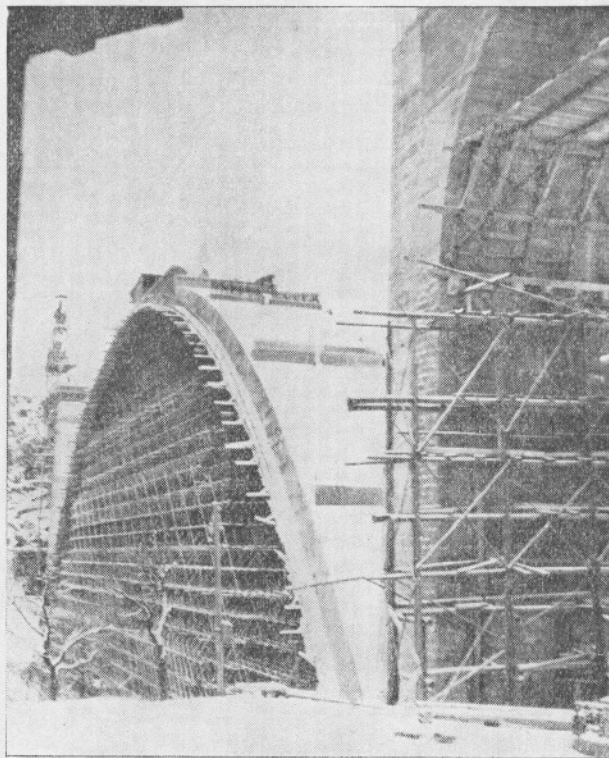
Při zkoušce byl ověřován též vliv jednostranného oteplení povrchu klenby tím, že byla zatěžována horkým pískem: Největší tepelný spád mezi oběma líci byl asi 10°C . Rovnoměrné zatížení klenby dosáhlo 340 kg/cm^2 , klenba se při tom plně osvědčila.

Model železobetonového válcového přístřešku byl vybetonován v měřítku 1:4.

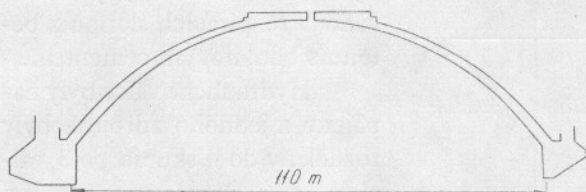
36. Železobetonový mostní oblouk 110 m na trubkové skruži před odkružením.

36. Железобетонная арка моста пролетом 110 м на трубчатом скружале до раскружализания.

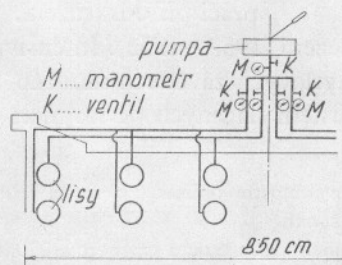
36. Reinforced concrete 110-m span bridge arch on tubular centering prior to decentering.



Tenkostěnná klenba byla vyztužena příčnými a obrubovými nosníky. Kromě středního pole 8,25 m měla převislé konce: 3,0 m a 4,25 m. Skořepina modelu měla tloušťku 1,8 cm a byla vyztužena ocelí \varnothing 3 mm. Před vlastní zkouškou byla konstrukce opatřena doplňovacím zatížením na ploše klenby, nad vazníky a nad okapovými nosníky. Zkouška potvrdila předpoklady původního statického řešení.



37. Schéma železobetonového oblouku před odskrucením.
 37. Схема железобетонной арки до раскружливания.
 37. Schematic view of reinforced concrete arch prior to decentering.

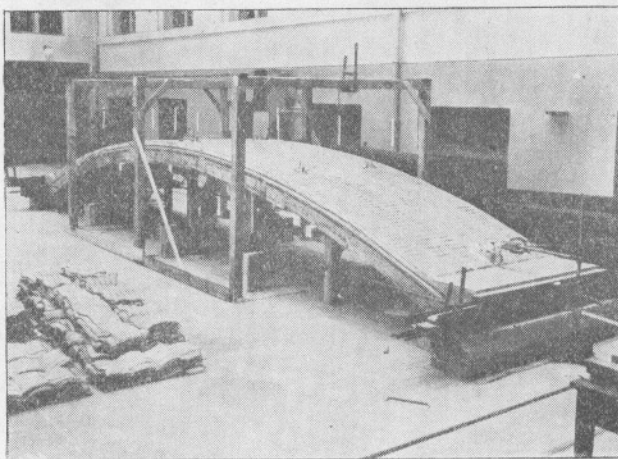


38. Schéma hydraulického zařízení pro odskrucení.
 38. Схема гидравлического устройства для раскружливания.
 38. Schematic view of hydraulic decentering equipment.

Střešní konstrukce tvaru *hyperbolického paraboloidu* nad půdorysem plochou $18,80 \times 18,80 \text{ m}^2$ byla zkoušena na železobetonovém modelu 1 : 4 o straně 4,70 m.



39. Vybočení horního pásu dřevěného vazníku pod krytinou z asbestocementových desek.
 39. Боковой прогиб верхнего пояса деревянной строительной фермы под кровлей из асбестоцементных плит.
 39. Buckling of upper chord of a wooden roof truss under asbestocement corrugated sheets.



40. Skloželuzobetonová válcová klenba při zkoušce.
 40. Стекложелезобетонный цилиндрический свод при испытании.
 40. Glass reinforced concrete barrel vault under test.

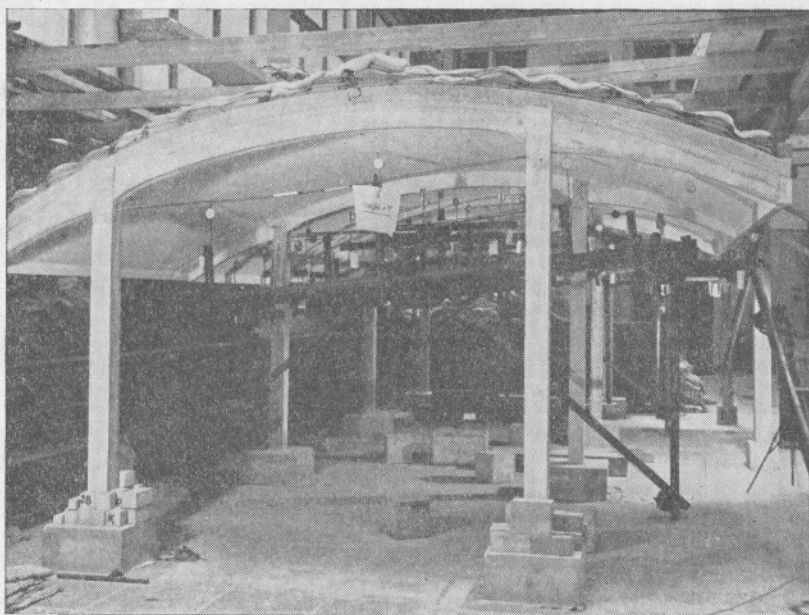
Skořepina modelu měla tloušťku 1,5 cm a byla vyztužena křížově ocelovým drátem \varnothing 3 mm na vzdálenost 6 cm. Při zkoušce byl ověřován vliv plného jednostranného rovnoměrného zatížení, vliv osamělého břemene svislého a vodorovného a nakonec vliv rovnoměrného zatížení do porušení, které nastalo při zatížení 1210 kg/m^2 . První trhlinky se objevily při zatížení 755 kg/m^2 (8násobek předepsaného sněhu 75 kg/m^2). Tím se potvrdilo, že tato skořepinová konstrukce je bezpečnější než obvyklé konstrukce ze železového betonu.

V souvislosti s rekonstrukcemi historických památek byly na modelech studovány i jiné tvary zborcených ploch pro stropní konstrukce.

Střešní konstrukce z komolých konoidů

byly další skupinou výzkumných i praktických prací v oboru skořepin. Od studia statického působení na modelech se přešlo na praktické aplikace.

Konoidy jakožto stavební konstrukce byly v ústavu zkoumány od roku 1941. První, malý model byl zhotoven z cementové malty v měřítku 1 : 10. Tloušťka zborcené plochy byla 0,5 cm, výztuž \varnothing 1 mm, velikost ok 25 mm. V obrubách jak přírubových, tak obloukových byla výztuž 2 \varnothing 2,5 mm. Tento model byl zkoušen jednak zatížením rovnoměrným až 300 kg/m² půdorysné roviny (doplňk stálého zatížení a 3krát užité zatížení sněhem - 75 kg/m²), jednak



41. Zatěžovací zkouška modelu válcového přístřešku.

41. Испытание на нагрузку модели цилиндрического навеса.

41. Load test of cylindrical shed model.

osamělými břemeny v devíti místech na ploškách \varnothing 30 mm. Při tom byly zjišťovány deformace (svislé i vodorovné) a napětí v táhlech \varnothing 8 mm. Bylo zjištěno, že střední pruh konoidu, omezený povrchovými přírubami, se choval převážně jako deska: převládaly (hlavně při obrubách) vlivy ohybových momentů. V krajních pruzích s větší křivostí převládaly vlivy osových sil (tah a tlak).

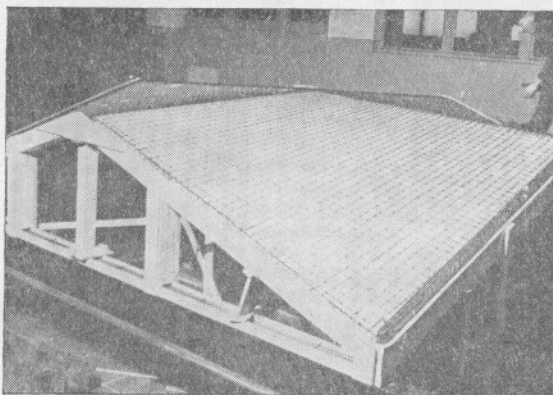
Na základě získaných výsledků byl vyroben model dvou za sebou *sdrúžených konoidů* v měřítku 1 : 5, a to pro skutečnou konstrukci o vzdálenosti podpor 20 × 10 m, s tloušťkou $t = 5$ cm. Řídící křivku tohoto modelu netvořil spojitý oblouk, nýbrž dva kruhové oblouky se zlomem ve vrcholu.

Tím byl deskový účinek skořepiny omezen na nízký vrcholový pruh, který měl zvýšenou tloušťku a tuhost proto, že rubová plocha byla vytvořena plynulou křivkou. Tento model byl při zkoušce zatěžován podobně jako v prvním případě.

42. Model střechy - výztuž na bednění.

42. Модель кровли — арматура для опалубки.

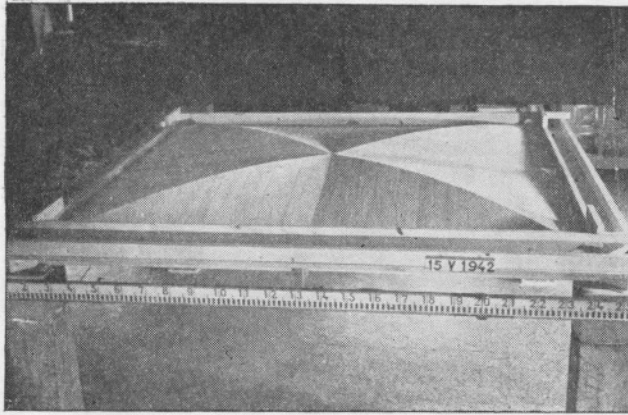
42. Roof model - reinforcement on formwork.



Teoretické poznatky odvozené z těchto zkoušek byly podkladem pro použití prvních *konoidů* u nás, a to jako *opěrných stěn* výšky 10 m, rozpětí 6,5 m, s max. vzepětím 1/10. Beton měl tloušťku 10 cm, jednoduchou křížovou výztuž \varnothing 10 mm s oky 10 cm. proto, že zásypovou hmotou ve skladišti byla sůl (NaCl).

Později bylo použito konoidů na střešní konstrukce, např. pro garáže o půdorysné ploše 13 000 m² (100 × 130). Jednotlivé konoidy nad půdorysem 20 × 10 m, tloušťky 5 cm byly betonovány i v zimním období. Přitom bylo použito propařování.

Pro zastřešení velkých hal byla navržena, vyzkoušena i provedena *zborcená tenkostěnná klenba o rozpětí 40 m, vzepětí 3,60 m, vytvořená*



43. Bednění modelu zborcené stropní konstrukce (hyperbolický paraboloid).
43. Опалубка модели искривленной кровельной конструкции (гиперболический параболоид).
43. Formwork of shell roof structure model (hyperbolic paraboloid).

byl při zkoušce zatěžován devíti hydraulickými válci po 20 tunách, přičemž byly měřeny nejen průhyby, ale i napětí oceli a betonu. Byla ověřována i příčná tuhost celé konstrukce tím, že byl zatěžován pouze jeden nosník modelu.

Účelem modelové zkoušky bylo ověření stupně spolupráce válcových kleneb průřezu s příhradovou železobetonovou konstrukcí dvou hlavních nosníků. Zkouška modelu byla prováděna pružným způsobem a nakonec až do porušení, které nastalo smykem a hlavním tahem.

Velmi rozsáhlé a početné byly práce, které sovisely s výstavbou vodních děl, hlavně přehrad, ať šlo již o otázky zakládání, složení betonu, statické řešení atd., jako např. Lipno, Práčov, Křimov, Nosice, Orava, Křížanovice, Sučany, Kružberk, Slapy, Krpelany atd.

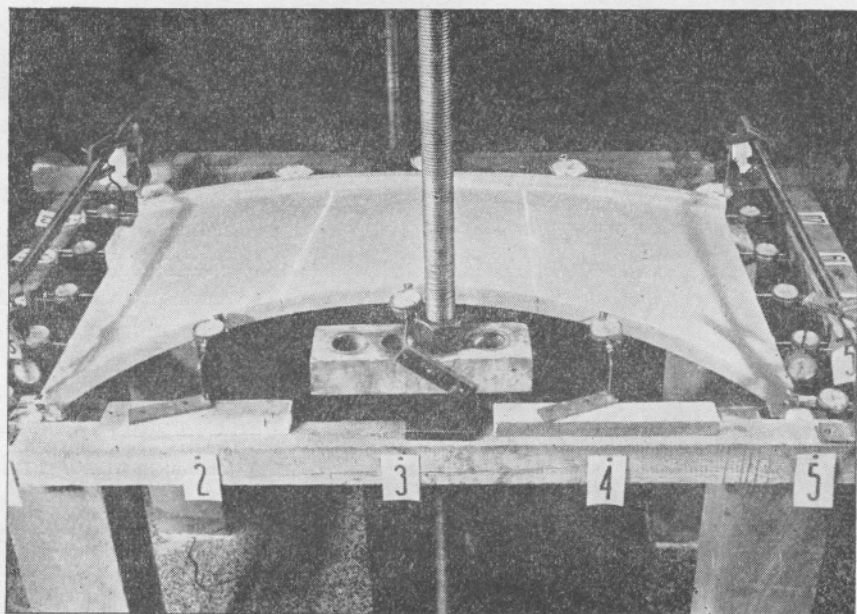
Z hlediska zakládání šlo o stanovení vlastností základové půdy jak pro svislé, tak i vodorovné síly (normální a smykové zkoušky). Pro velké objemy betonu bylo nutno řešit i složité otázky jeho technologie.

Nové metody technologie betonu. V souvislosti s rozvojem technologie betonu v celém světě bylo úkolem pracovníků ústavu ověřování výsledků zahraničního výzkumu a jejich přízpůsobování a vy-

z dílů o šířce 2,50 m opatřených předpjatými táhly, která zachycovala vodorovné složky podporového tlaku. Zkoušky na modelu 1 : 1 s rozbořem jejich výsledků byly velmi důležitým doplňkem a kontrolou teoretického výzkumu a důležitým podkladem pro aplikaci montovaných i monolitických střešních kleneb. Působení zborcených střešních konstrukcí bylo ověřováno i na skutečných objektech. Tato střešní konstrukce byla vytvořena z obloukových elementů s táhly: světlost 18,90 m, šířka elementu 8,2 m na sloupech o vzdálenosti 6 m. Světlíky měly šířku 4 m.

Model mostu přes nuselské údolí (podle návrhu prof. Bechyně). Železobetonový model v měřítku 1 : 10 měl rozpětí 8 m, výšku 80 cm. Uzavřený dutý průřez byl vyroben z cementové malty, s výztuží Roxor. Model

44. Model střešního konoidu při zkoušce.
44. Модель кровельного коноида при испытании.
44. Model of roof conoid under test.



užívání pro řešení domácích úkolů. Kromě nových poznatků o složení betonu a zpracování betonu vibrací šlo hlavně o velmi důležitou techniku *provzdušeného betonu* pro stavby vystavené nepříznivým účinkům prostředí: trvanlivost za účinku střídavého mrazu a chemická odolnost. Podobně tomu bylo i u *odsávaného betonu* při objektivním hodnocení praktického významu této nové technologické metody, hlavně ve vztahu k vibraci.

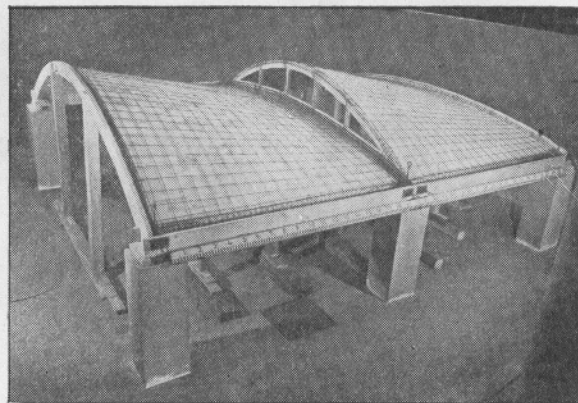
Pro připravovanou *výstavbu pře-hrady na Berounce (Křivoklát)* byl *proveden experimentální výzkum* a četné studie z hlediska vzniku hydratačního tepla a jeho odvedení z masy betonu. Velmi podrobně byly sledovány otázky chlazení betonu vodou proudící v potrubí osazeném v betonu. Byly při tom řešeny i otázky předchlazení součástí betonu, začátku ochlazení betonu, intenzity chlazení, provádění chlazení a polohy chladicích trubek ve dvoumetrové vrstvě betonu.

Velmi rozsáhlý program výzkumných prací obsahoval: kamenné součásti a jejich vlastnosti důležité pro betony vodních staveb (nasákavost, propustnost, trvanlivost); cementy: portlandský, železoportlandský, hutní a vysokopecní. Byly sledovány hlavně objemové změny cementového kamene (smrštění), hydratační tepla (ve vztahu k jejich mineralogickému složení), chemické odolnosti včetně propustnosti a trvanlivosti za účinku vnějších činitelů; betony a jejich složení, hlavně z hlediska vzniku tepla při tvrdnutí v blocích při použití uvedených cementů a portlandského cementu s přísadou Thuramentu (mletá struska ze starých hald) a jejich chlazení, dále pak propustnosti, objemových změn a trvanlivosti za účinku střídavého mrazu.

Z cementů byla věnována zvláštní pozornost *hutnímu cementu* (slínec : struska = 1 : 1), v němž byla výrobním postupem zajištěna větší jemnost mletí strusky než slínku, aby se zvýšila vodotěsnost.

Ohřátí betonu hydratujícím cementem a vliv chlazení byl ověřován na mnohoúhelníkových blocích o průměru 2,15 m a výšce 2,2 m, jejichž osou procházela chladicí trubka. Na rozdíl od skutečnosti měl odpovídající blok svíslou osu.

Teploty byly měřeny termočlánky. Teplota ochranného pláště byla automaticky udržována na téže hodnotě jako teplota uvnitř betonového bloku. V betonu o obsahu asi 300 kg cementu na 1 m³ hotového betonu se zvýšila teplota při adiabatickém stavu:

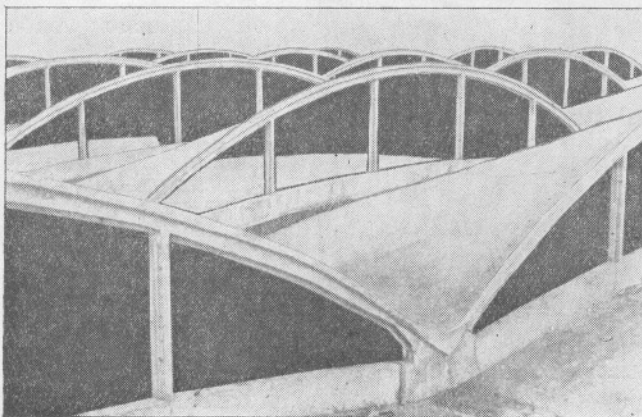


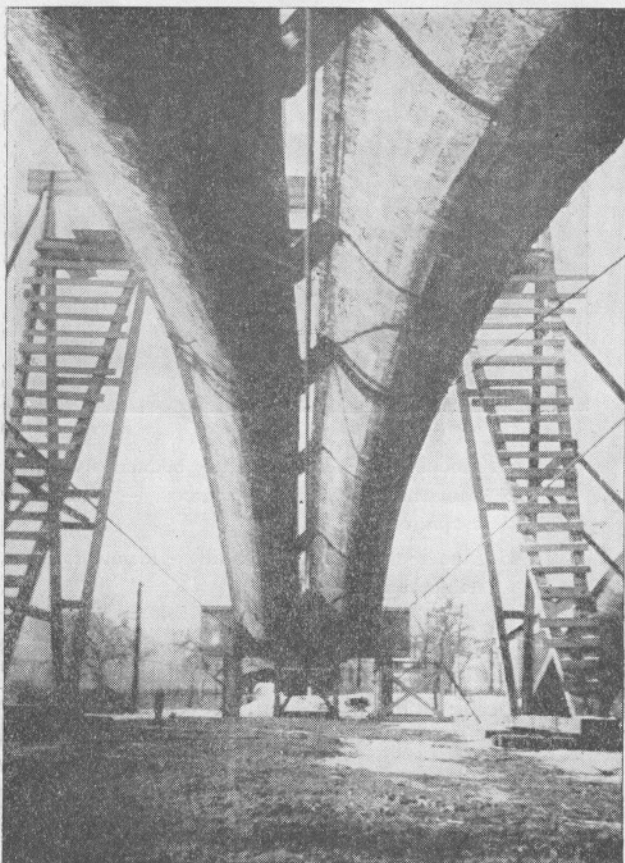
45. Model sdruženého konoidu - bednění s výztuží.
45. Модель сопряженного коноида — опалубки с арматурой.
45. Model of conjugate conoids - formwork with reinforcement.

46. Konoidová střecha garáží v Praze.

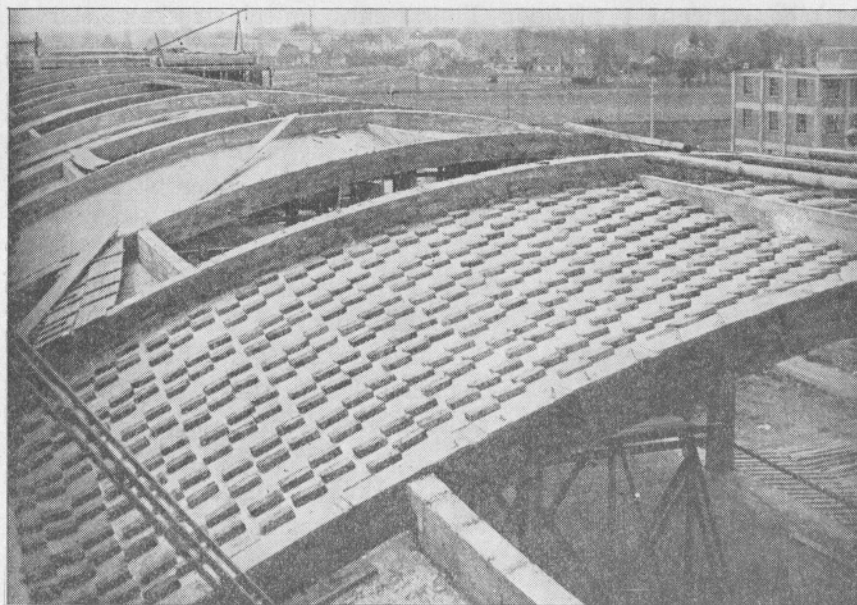
46. Коноидальная кровля гаража в Праге.

46. Conoid garage roof in Prague.





47. Zkouška zborcené tenkostěnné klenby.
 47. Испытание искривленного тонкостенного свода.
 47. Test of thin-walled shell.



48. Zatěžovací zkouška skořepinové střešní konstrukce.
 48. Испытание на нагрузку оболочковой кровельной конструкции.
 48. Load test of shell roof structure.

s portlandským cementem Králův Dvůr
 - o 30° C,
 s hutním cementem - o 21° C.

Výzkum modřínového dřeva pro tlačné potrubí vodní elektrárny v Seči. Část přírodního potrubí průměru 2,0 m mezi přehradou a elektrárnou v délce 800 m je z modřínového dřeva tloušťky 8 cm. Jednotlivé díly potrubí (2–3 m) jsou spojeny překlátováním s obručemi z oceli \varnothing 26 mm. Vnitřní tlak v potrubí je 4 kg/cm². Šlo při tom o stanovení mechanických a fyzikálních vlastností modřínového dřeva ve vztahu k vlhkosti, vlivu obručí na dřevo a stupně promočení stěn potrubí.

V souvislosti s tím byly později (1948) zjišťovány i vztahy mezi objemovými změnami dřeva při změnách vlhkosti, bobtnavými tlaky a vodotěsností spár mezi jednotlivými články bedněné stěny. Experimentální výzkum byl prováděn na malých modelech stěn vytvořených z dřevěných trámečků průřezu 2×2 cm a opatřených stahovacím rámečkem tak, že bylo možno měřit jednak příslušné bobtnavé tlaky, jednak nepropustnost takové dřevěné stěny.

Při těchto pracích bylo porovnáváno též modřínové dřevo se dřevem borovým, jedlovým a smrkovým.

Zkoušky tlačného potrubí v Seči. Tlačné potrubí vnitřního průměru 2 m z přehradu v Seči bylo zčásti železobetonové, zčásti dřevěné. Obě byla zkoušena. Železobetonové potrubí bylo před zkouškou naplněno vodou a zkoušeno postupně až na tlak 2,8 kg/cm² (provozní) a 4,6 kg/cm². Při zkoušce byly kontrolovány změny průměru potrubí, změny v dilatačních spárách a pohyb potrubí v zakřivené jeho části. Naměřené pružné deformace byly srovnávány s teoretic-

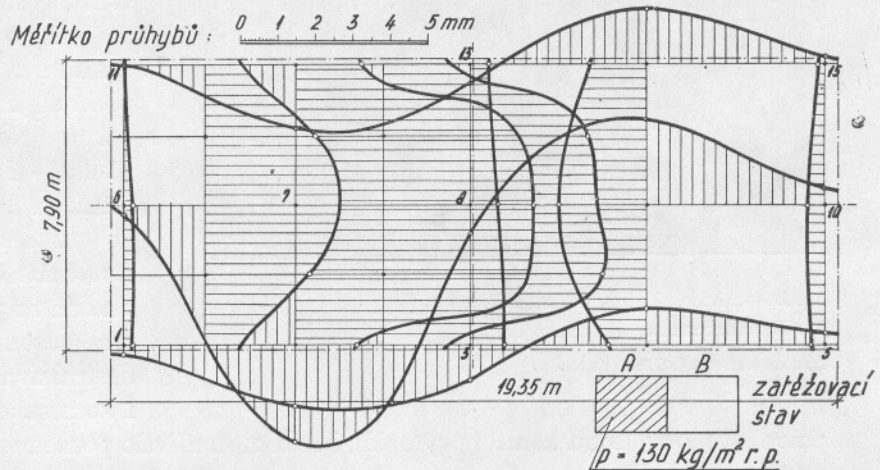
kými. U trvalých deformací byla posuzována jejich velikost. Změny v dilatační spáře mají význam pro těsnicí materiál z hlediska jeho možnosti sledovat bez závad tyto změny. Podobně se postupovalo i při zkoušce dřevěného potrubí.

Předpjatý beton. Již v roce 1927—28 byly v ústavu zkoušeny předpjaté střešní desky tloušťky 1 cm, vyztužené strunami. Měly rozměry 100×200 cm. Byl to výrobek bratří Wettsteinů. Po roce 1945 pokračovaly v ústavu práce spojené s používáním předpjátého betonu v ČSR. První jeho aplikace jsou velmi úzce spojeny s činností ústavu a jeho pracovníků. Ve spolupráci s výrobními závody se prováděly první výzkumné práce s prvky systému Hoyer a později i s kabely různého systému, jakož i kotvením.

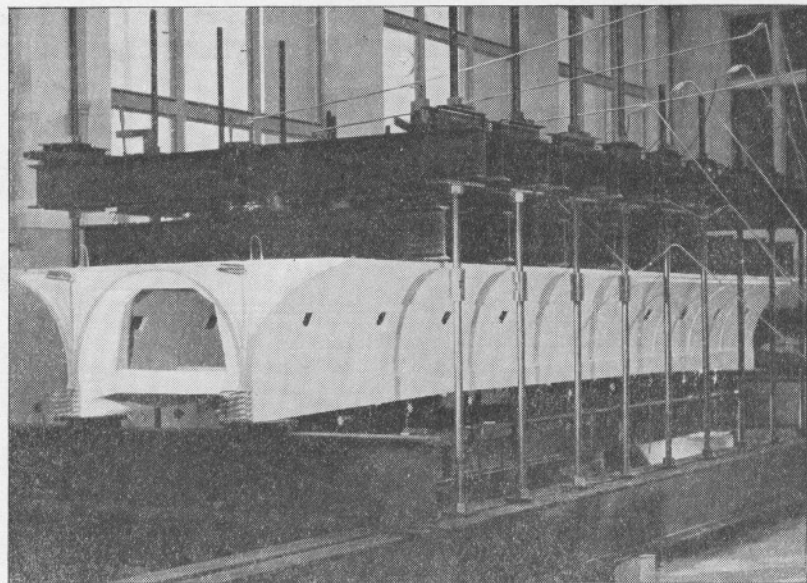
S tím souvisí i některé zvláštní aplikace předpjátého betonu, jako důlní výstroj, chmelnicové stožáry, železniční pražce atd.

Otázky obtížného zakládání. Budování nových průmyslových závodů, velkých energetických zdrojů i nových sídlišť kladlo zvýšené požadavky na základovou půdu, její průzkum, jakož i techniku zakládání staveb. V souvislosti se zakládáním vodních staveb byla zavedena i nová - tzv. smyková zkouška.

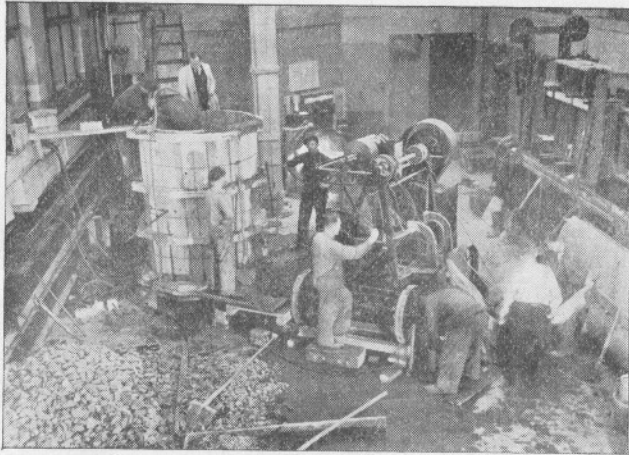
Smykové zkoušky mezi přehradovým betonem a podložím přehrad. Pro zajištění stability a bezpečnosti vodních přehrad byla stanovena smyková pevnost styčné spáry: hornina základu - beton, jakož i součinitel vlečného tření v takové spáře. Styčná spára zkušebního železobetonového bloku měla rozměry 5000 cm² (čtverec o straně 70,7 cm). Tyto bloky byly vybetonovány na příslušnou očistěnou základovou spáru. Jejich tvar byl upraven tak, aby kromě svislého zatížení mohly být do zkoušené spáry přenášeny vodorovné (smykové) síly bez přídatného ohybového momentu.



49. Přetvoření střešní konstrukce při jednostranném zatížení 130 kg/m².
 49. Деформация кровельной конструкции при односторонней нагрузке 130 кг/м².
 49. Deformation of roof structure under one-sided load 130 kg/sq. m.



50. Model mostu přes Nuselské údolí ve zkušebním rámu.
 50. Модель моста через долину Прага-Нусле в испытательной раме.
 50. Model of Nusle Valley bridge in test frame.



51. Betonování zkušebního bloku.
 51. Бетонирование опытного блока.
 51. Concreting a test block.

Svislé i vodorovné zatížení bloku bylo vyvozováno hydraulickými válci. Pro svislý válec bylo použito zátěží, vodorovný válec se opíral o betonový blok na skalní stěně. Při tom byly měřeny svislé i vodorovné posuvy bloků.

Tyto zkoušky byly prováděny pro studium základových podmínek četných přehrad jako Orava, Vír, Křimov, Krpelany, Nosice, Kružberk, Žermanice, Skalka - i v rámci Československé akademie věd.

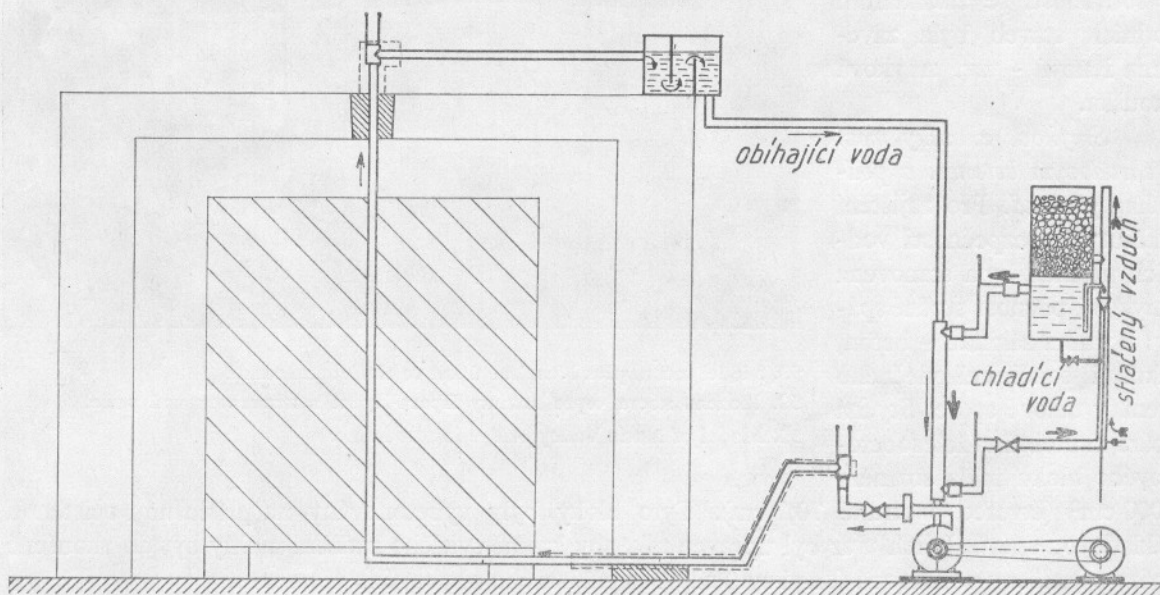
Použití mezothoria pro vyšetřování stavebních hmot a konstrukcí předcházelo dnešnímu používání radioizotopů. Použití mezothoria a jeho paprsků γ k ne-destructivní kontrole stavebních hmot i konstrukcí bylo dalším krokem tohoto

pokrokového způsobu kontroly výrobků. Předtím se užívalo pouze rentgenových paprsků; paprsky γ poskytovaly další možnosti na této cestě, a to svou kratší vlnovou délkou (průměrně $100\times$ kratší). Dlouhý poločas mezothoria (26 roků) zajišťuje prakticky dostatečnou stálost intenzity záření.

Pro rozsáhlé zkoušky (1943) oceli a betonu bylo použito 100 mg mezothoria. Pro zkoušky rozlišovací schopnosti vad v oceli bylo použito dírkového způsobu, jenž je vhodnější než způsob drátkový. Podobně byl zkoušen i beton. Na srovnávacím klínu z betonu byla vypracována i fotometrická metoda pro stanovení tloušťky prozařovaného betonu.

Zpevňování zeminy přísadami bylo předmětem četných zkoušek. Vycházelo se přitom z chemického rozboru zemin a měřítkem zpevnění byla zkouška rozbředavosti na přístroji vlastní výroby.

52. Schéma zkušebního bloku s instalací.
 52. Схема опытного блока с инсталляцией.
 52. Schematic view of test block and installation.



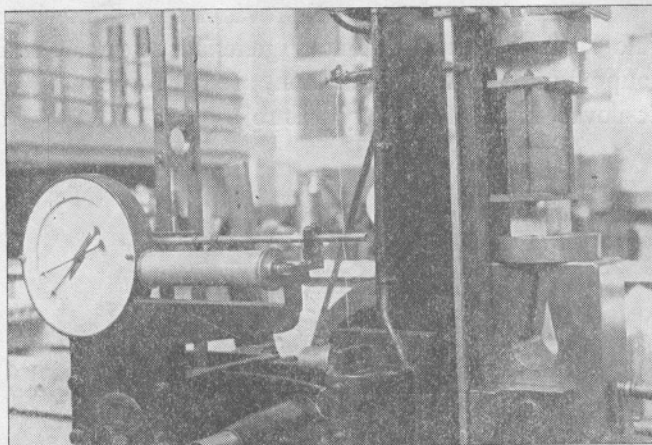
Zkouška se prováděla 7 a 28 dní po přidání různých přísad, jako cementu, vodního skla, síranu hlinitého v rozsahu 2 až 6 % váhy.

Nejlépeších výsledků bylo dosaženo s portlandským cementem, po případě s portlandským cementem a vodním sklem (křemičitan sodný).

Použití křehkých laků pro řešení rovinné napjatosti (1940). Této moderní a jednoduché metody stanovení směru a velikosti hlavních napětí bylo použito pro: studium vetknuté stěny obloukového mostu na dřevěném modelu, stanovení průběhu hlavních napětí zkušební tyče při zkouškách svářečů, stanovení průběhu hlavních napětí na modelu stěny rámového styčníku (bakelitovaný papír) a studium skořepiny pro návrh mostu přes Nuselské údolí (obr. 50).

Zkoušky průteplivosti celých zdí či jiných konstrukcí byly předmětem mnoha studií a prací v ústavu. Již od počátku (1935) byly příslušné přístroje zařízeny na měření při ustáleném tepelném toku. Tato metoda se plně osvědčila a příslušným zařízením o svislém zkušebním průřezu $1,0 \times 1,0 \text{ m}^2$ byly zkoušeny četné příčky z normálního i lehčeného stavebního materiálu. Teplota ohříváče byla neměnná - 35° C . Ohříváč byl dvoudílný se stejnou teplotou v obou částech.

Akustická měření hudebních a přednáškových sálů byla předmětem četných experimentálních prací ústavu v tomto období. Jednak šlo o stanovení základních akustických vlastností různých látek (hlavně absorpčního koeficientu pro rozsahy frekvencí 100 až 6000 cyklů/s), jednak o kontrolu celých sálů (doba dozvuku).

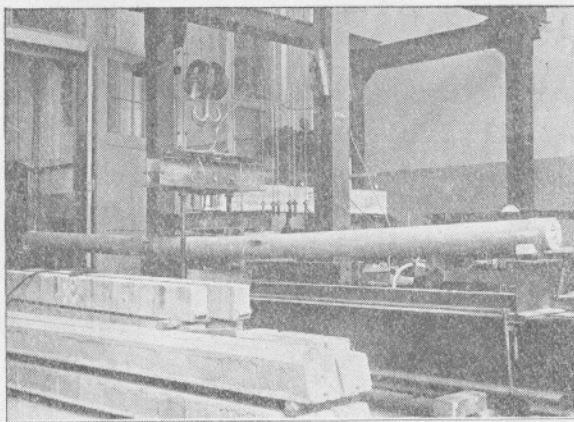


53. Měření bobtnavého tlaku dřeva ve složené stěně.
 53. Измерения давления набухания древесины в составной стене.
 53. Measuring swelling pressure of wood in composite wall.

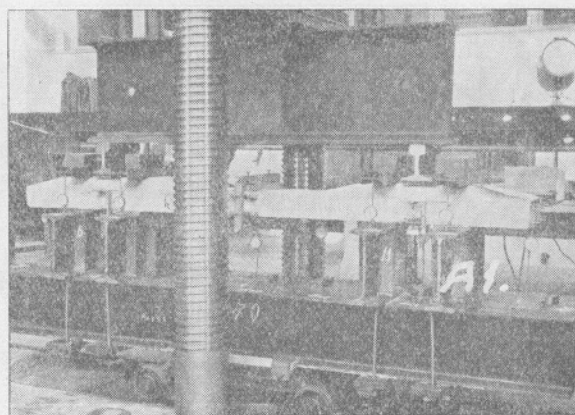
54. Zkouška dutého tenkostěnného stožáru z předpjatého betonu na ohyb.
 54. Испытания на изгиб пустотелой тонкостенной мачты из предварительно напряженного бетона.
 54. Bending test of hollow thin-walled mast of prestressed concrete.

55. Zkouška pražce z předpjatého betonu.
 55. Испытания шпал из предварительно напряженного бетона.
 55. Test of prestressed concrete sleeper.

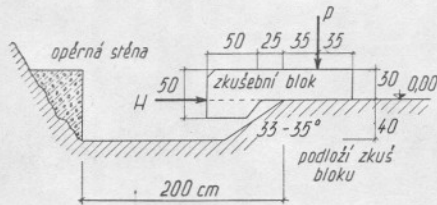
→ 1931-35



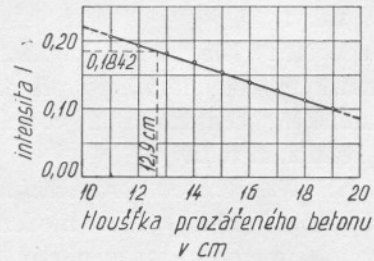
Pi rila



Takové práce byly např. prováděny pro filmové ateliéry na Barandově (1943). Zařízení obsahovalo vysílací soupravu (tónový generátor, normál, zesilovač, dynamický reproduktor) a přijímací soupravu (dynamický mikrofon, předzesilovač, zesilovač, filtr a záznamový přístroj).



56. Železobetonový blok pro smykové zkoušky základové půdy.
 56. Железобетонный блок для испытаний на сдвиг фундаментного грунта.
 56. Reinforced concrete block for shear tests of foundation soil.



57. Závislost intenzity záření procházejícího filmem na tloušťce betonu.
 57. Зависимость интенсивности лучей, проходящих через слой по толщине бетона.
 57. Relation between intensity of radiation on film and thickness of concrete.

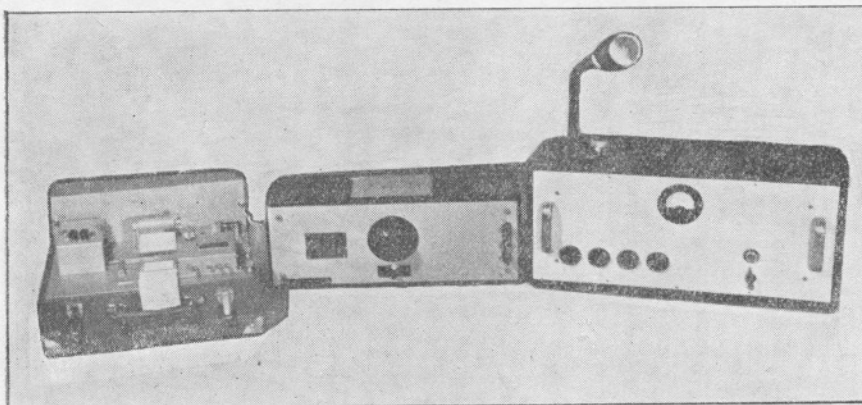
Silniční betony (1939). Zvláštní požadavky na silniční betony vedly k rozsáhlým výzkumným pracím a zkouškám s vhodnými cementy a kamennými součástmi.

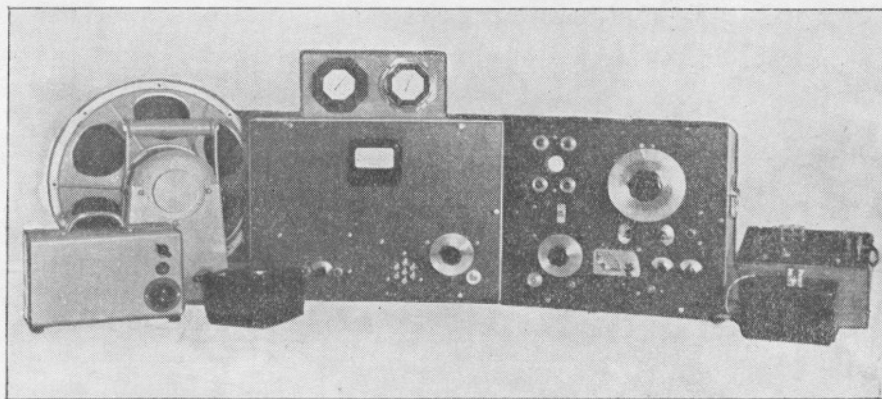
Se speciálním portlandským, hrubě mletým cementem (radotínským) byl sledován vliv povahy kamenných součástí - říční štěrk a písek, kamenná dř - na vlastnosti betonu, hlavně na pevnost v tahu za ohybu.

Říční písek ve spojení s drceným štěrkem dával v betonu největší pevnosti v tlaku. Beton s hrubším štěrkem (max 60 mm proti max 30 mm) měl větší pevnosti v tlaku. Největší pevnosti v tahu za ohybu dávaly betony s drceným pískem a štěrkem.

Kontrola a ověřování betonových konstrukcí sporné jakosti. V některých případech neměl beton žádoucí kvalitu, ať již podle kontrolních zkoušek betonu nebo vzhledu po odbednění, nebo konečně na základě zkušeností získaných za provozu. Existuje celá řada příčin takového stavu. Ústav byl vždy

58. Vysílací souprava pro měření doby dozvuku.
 58. Передатчик для измерения длительности реверберации.
 58. Source of sound for measuring time of reverberation.





59. Přijímací souprava pro měření doby dozvuku.
 59. Приемник для измерения длительности реверберации.
 59. Pick-up system for measuring time of reverberation.

volán k těmto případům jednak proto, aby ověřil statické vlastnosti konstrukcí a vlastnosti betonu, jednak aby určil příčiny špatného stavu a nakonec i cestu k nápravě. Takových případů byla velmi dlouhá řada, která se nepřerušila ani po přechodu ústavu do Československé akademie věd.

Tato úloha připadala ústavu i v případě konstrukcí z jiného materiálu (cihel, kamene, oceli atd.).

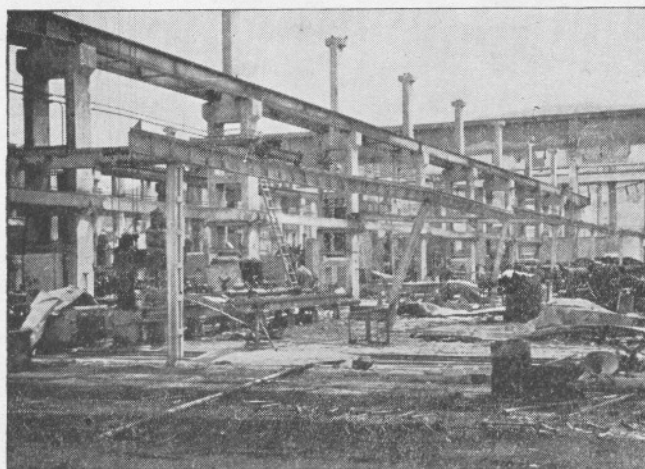
Rekonstrukce staveb poškozených za války, požárem nebo jinými činiteli. Potřeba praxe rozhodnout o stupni poškození a možnostech rekonstrukce vedly velmi často pracovníky ústavu na konstrukce poškozené bombardováním, požárem, stářím nebo jinými vnějšími činiteli.

Kontrola jakosti betonu se prováděla jednoduchými prostředky (kladivo, sekáč, špičák) a z ní bylo nutno ohledáním stanovit rozsah potřebné rekonstrukce. V krajním případě pomáhala zatěžovací zkouška.

Různé drobné práce. Tato kapitola by byla jistě nejzajímavější, kdyby nešlo skutečně jen o drobné práce. Je však důkazem toho, že dobré jméno ústavu pronikalo postupně do všech oborů výroby, která si vyžadovala vyjádření a zkoušky „drobných“ výrobků vyráběných ve velkých sériích. Vyplývalo to i z toho, že v této době neexistovaly ústavy, které by řešily obecné otázky zkoušení a výzkumu drobných, ale někdy velmi náročných konstrukcí.

Uvedme jen heslovitě nejzajímavější z nich: dveřní kliky a olivy, kolo-běžky, ochranné hornické a motocyklistické přilby, vaječné skořápky, lana a provazce, linoleum, konopné a gumové hadice, skleněné tvárnice do sklobetonu, izolátory anténních stožárů, xyloolit, závesné čípky umělých zubů, četné vodotěsnící přísady, přítomnost CO v obytných a kancelářských místnostech a v krvi myši, oleje atd.

60. Požárem poškozená hala v Dubnici.
 60. Зал в г. Дубница поврежденный пожаром.
 60. Hall in Dubnice damaged by fire.



Ústav teoretické a aplikované mechaniky 1953—1961

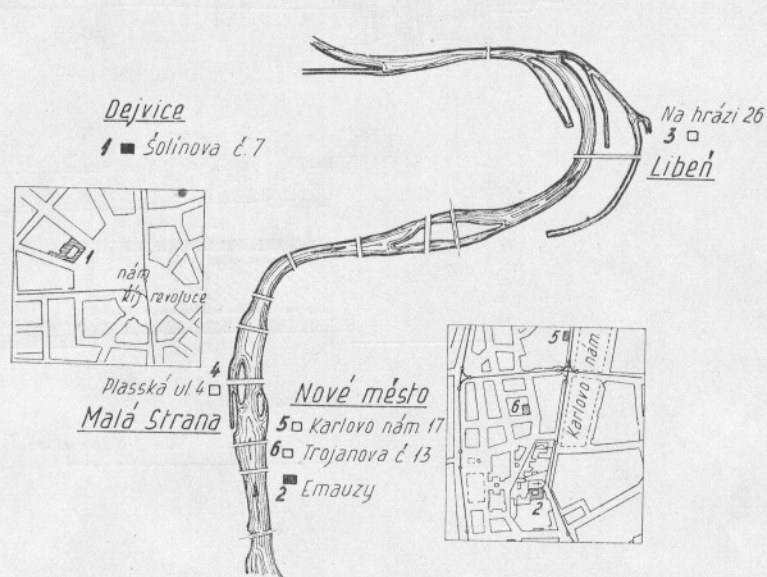
Dnem 1. ledna 1953 byl Kloknerův Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních převeden do nově založené Československé akademie věd, aby vytvořil jádro Ústavu teoretické a aplikované mechaniky.

Do rámce nového ústavu byla začleněna i některá nová oddělení:

1. Oddělení experimentální pružnosti (fotoelasticimetrie) - z Výzkumného ústavu těžkého strojírenství v Praze,

a další oddělení, která byla nově vytvořena a jimž stáli v čele někteří profesori vysokých škol stavebního směru v Praze a Brně:

2. Oddělení teoretické v Praze,
3. Oddělení zemin sypkých a soudržných v Praze,
4. Oddělení kovových konstrukcí v Praze,
5. Oddělení pro stavebnictví v Brně,
6. Oddělení podzemních staveb v Brně.

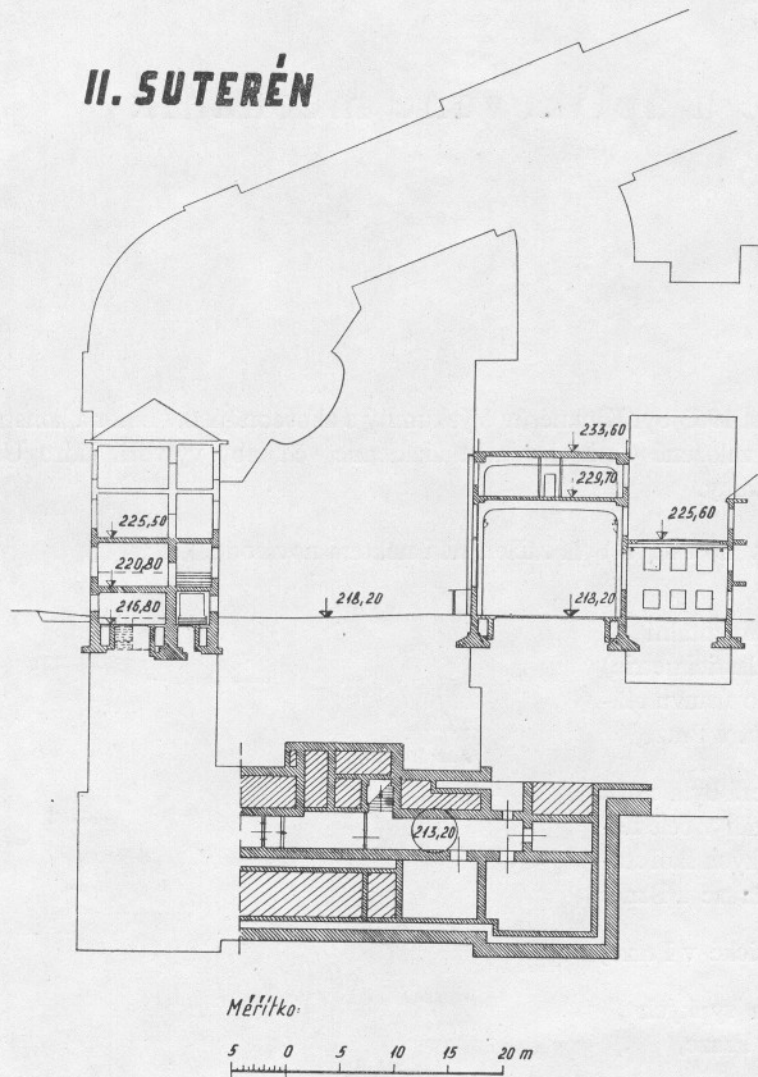


61. Plán pracovišť ÚTAM v Praze - 1961.

61.- План рабочих подразделений ИТПМ в Праге — 1961 г.

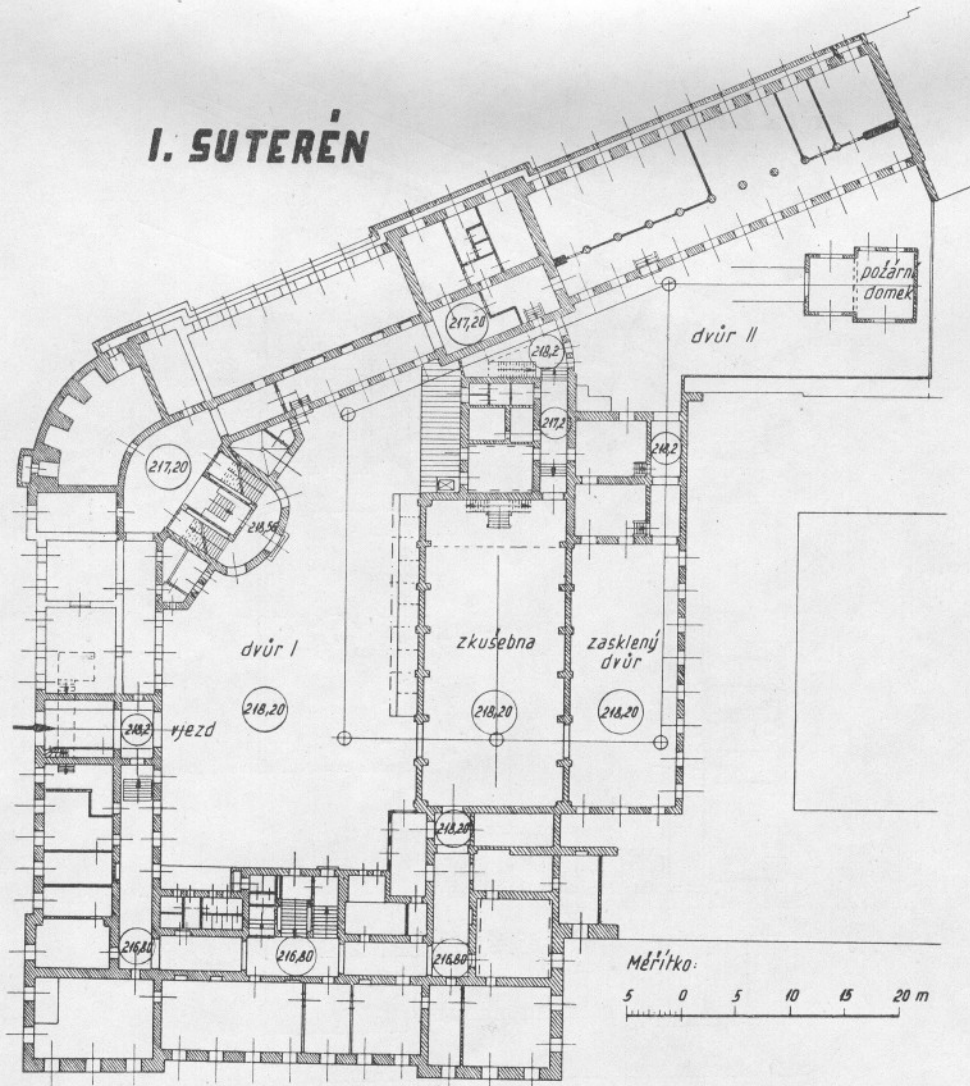
61. Plan of working centers of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics in Prague - 1961.

II. SUTERÉN



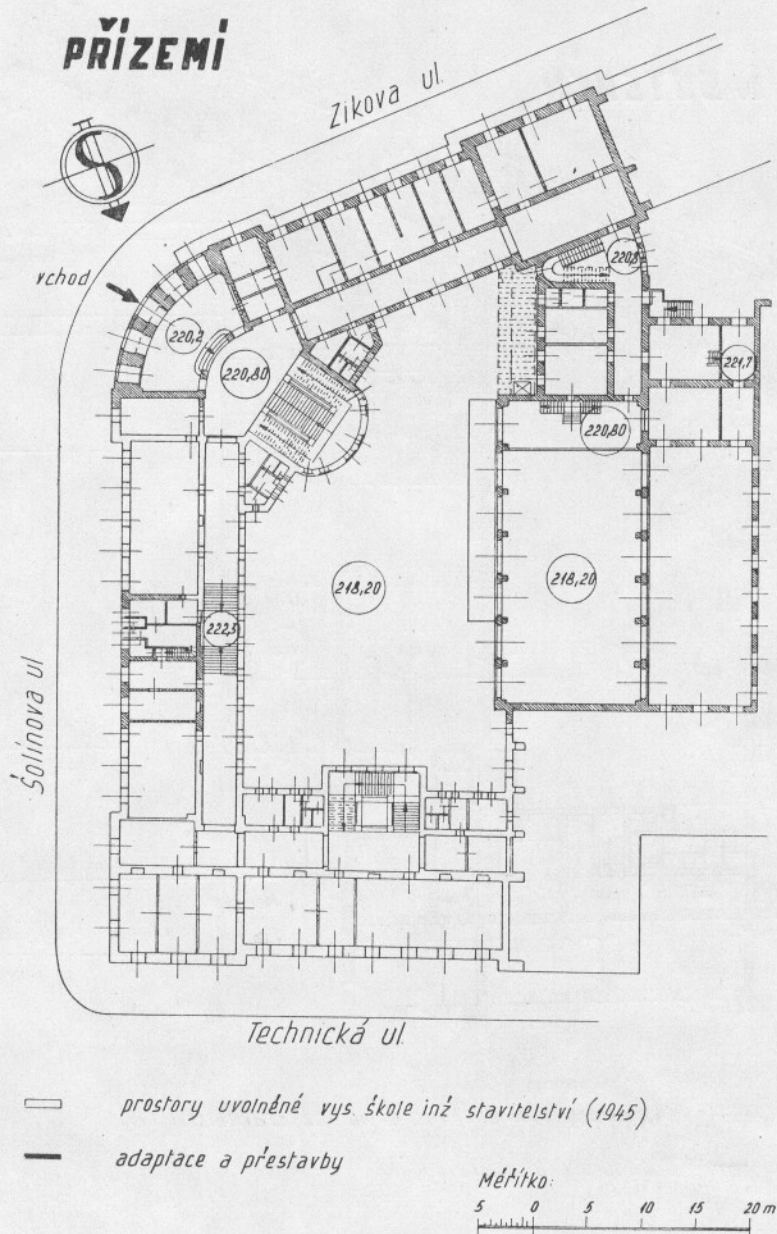
- 62—66. Plány Ústavu teoretické a aplikované mechaniky - Dejvice.
62—66. Планы Института теоретической и прикладной механики в Праге-Дейвице.
62. to 66. Plans of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics in Dejvice.

I. SUTERÉN



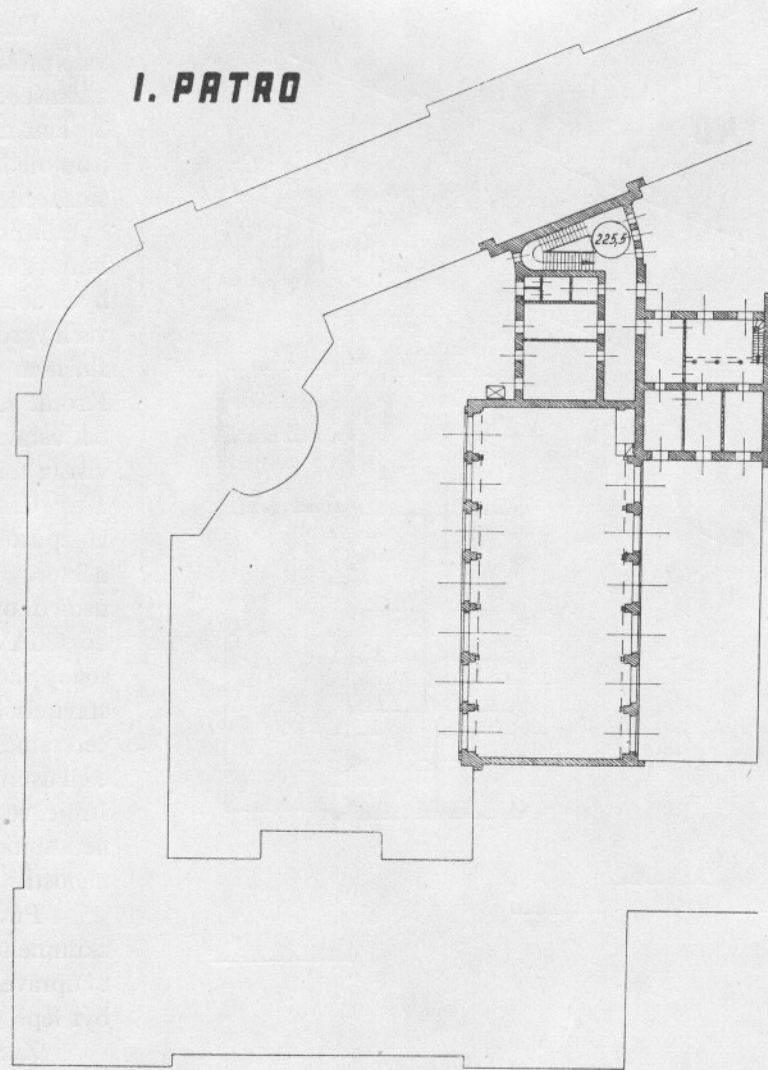
- prostory uvolněné vys škole inž stavitelství (1945)
- adaptace a přestavby

62—66. Plány Ústavu teoretické a aplikované mechaniky - Dejvice
 62—66. Планы Института теоретической и прикладной механики в Праге-Дейвице.
 62. to 66. Plans of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics in Dejvice



62—66. Plány Ústavu teoretické a aplikované mechaniky - Dejvice
 62—66. Планы Института теоретической и прикладной механики в Праге-Дейвице.
 62. to 66. Plans of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics in Dejvice

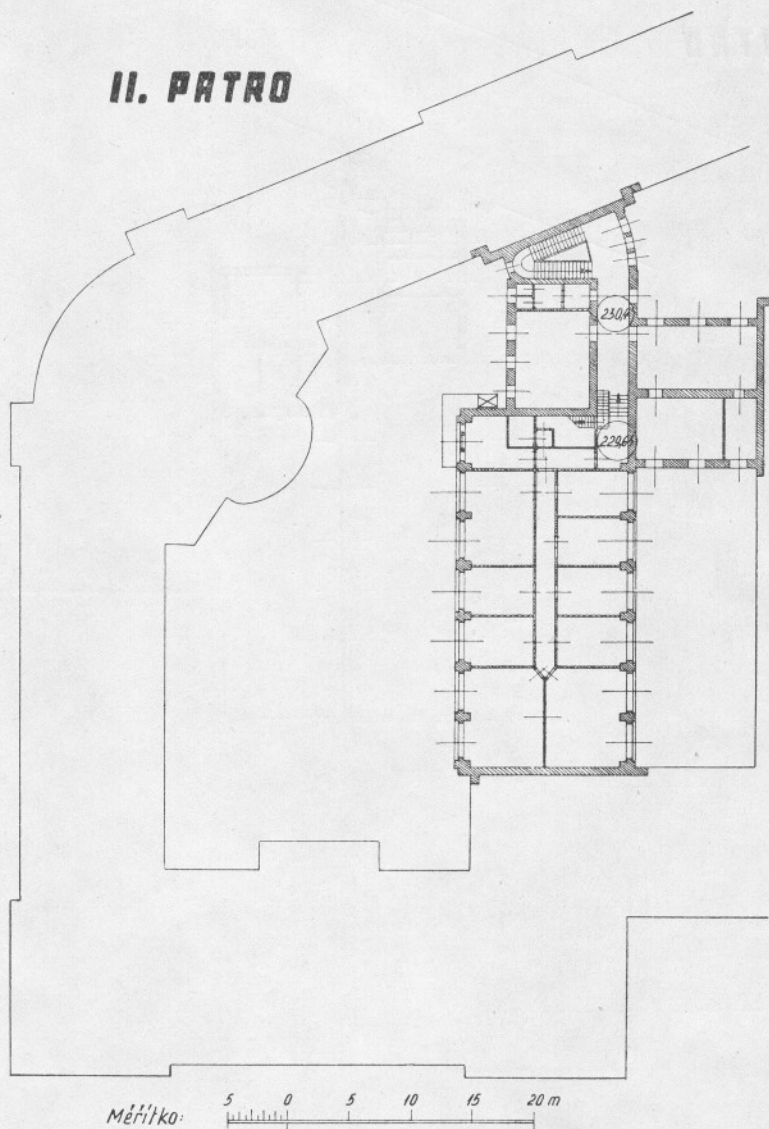
I. PATRO



Měřítko: 5 0 5 10 15 20 m

- 62—66. Plány Ústavu teoretické a aplikované mechaniky - Dejvice
62—66. Планы Института теоретической и прикладной механики в Праге-Дейвице.
62. to 66. Plans of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics in Dejvice

II. PATRO



62—66. Plány Ústavu teoretické a aplikované mechaniky - Dejvice

62—66. Планы Института теоретической и прикладной механики в Праге-Дейвице.

62. to 66. Plans of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics in Dejvice

Uvedené organizační změny znamenaly dovršení důležitého vývojového stadia ústavu jak po stránce počtu zaměstnanců, tak po stránce hospodářského rozvoje daného objemem investic. Nové strojní zařízení vtisklo nový výraz i hlavní zkušební a mechanickým dílnám.

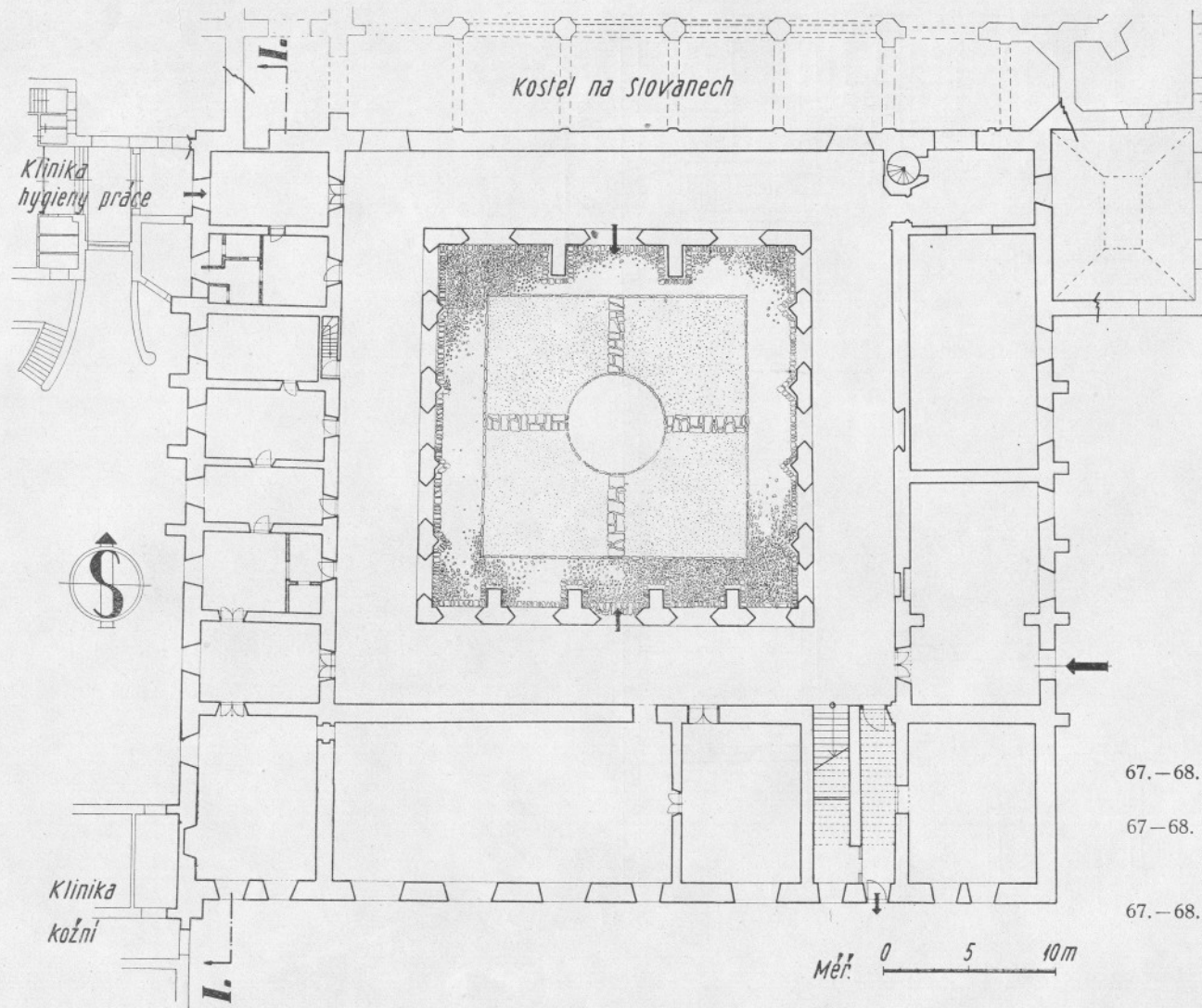
Ukázalo se, že bývalé prostory Výzkumného a zkušebního ústavu hmot a konstrukcí stavebních jsou nedostatečné, a většina těchto nových oddělení byla umístěna mimo hlavní budovu ústavu buď v obytných domech, nebo v budovách vysokých škol při příslušném školním ústavu. Kromě hlavní budovy měl tak ústav 6 menších pracovišť (z toho 2 v Brně).

Část těchto potíží byla způsobena též tím, že některé bývalé prostory ústavu byly při přechodu do ČSAV ponechány Vysoké škole inženýrského stavitelství. Vzdávající počet zaměstnanců a obohacení ústavu o nové zkušební stroje vedly ke značnému nedostatku prostoru a stísněnosti.

Původní prostory výzkumného ústavu byly proto upraveny tak, aby mohly být lépe využity.

Zvětšující se potíže s místem a nevýhodné rozptýlení pracovišť ústavu byly alespoň zčásti vyřešeny získáním části budovy Emauz pro účely ústavu. Historická cena budovy však dovolovala umístit zde pouze oddělení bez laboratorů vyžadujících větší instalace. A tak byl nakonec ústav soustředěn do dvou budov.

PŘÍZEMÍ

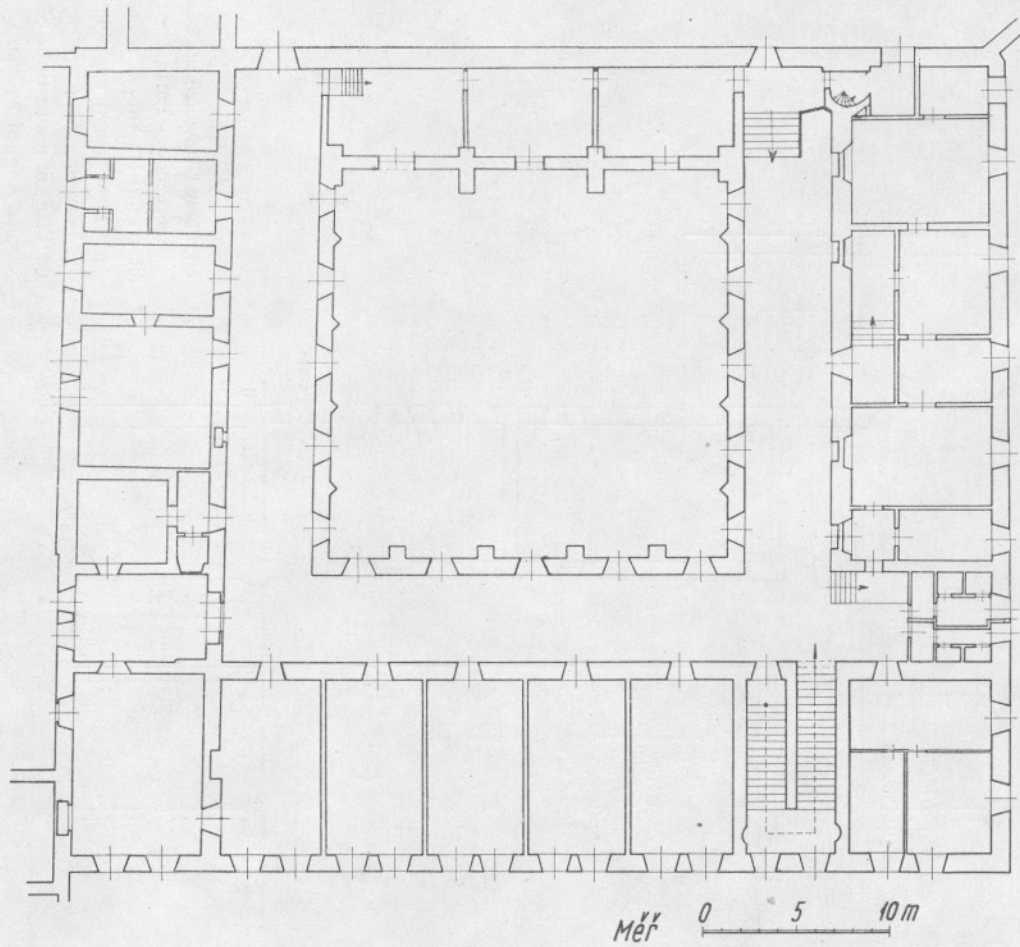


67.—68. Plány Ústavu teoretické a aplikované mechaniky - Emauzy

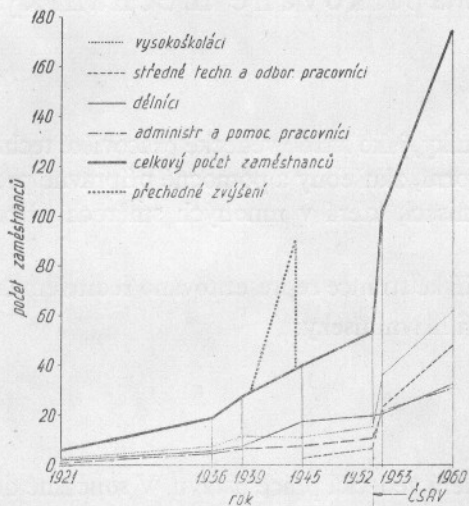
67—68. Планы Института теоретической и прикладной механики Прага-Эмаузы.

67.—68. Plans of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics in Emauzy

I. PATRO



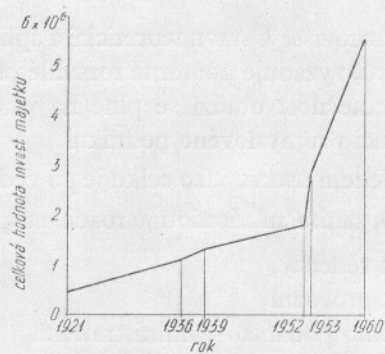
67—68. Plány Ústavu teoretické a aplikované mechaniky - Emauzy.
67—68. Планы Института теоретической и прикладной механики Прага-Эмаузы.
67., 68. Plans of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics in Emauzy.



69. Rozvoj počtu zaměstnanců ústavu 1921 – 1961.

69. Постепенный рост числа сотрудников института в период 1921–1961 гг.

69. Progress in number of employees of the Institute between 1921 and 1961



70. Rozvoj investičního majetku ústavu 1921 – 1961.

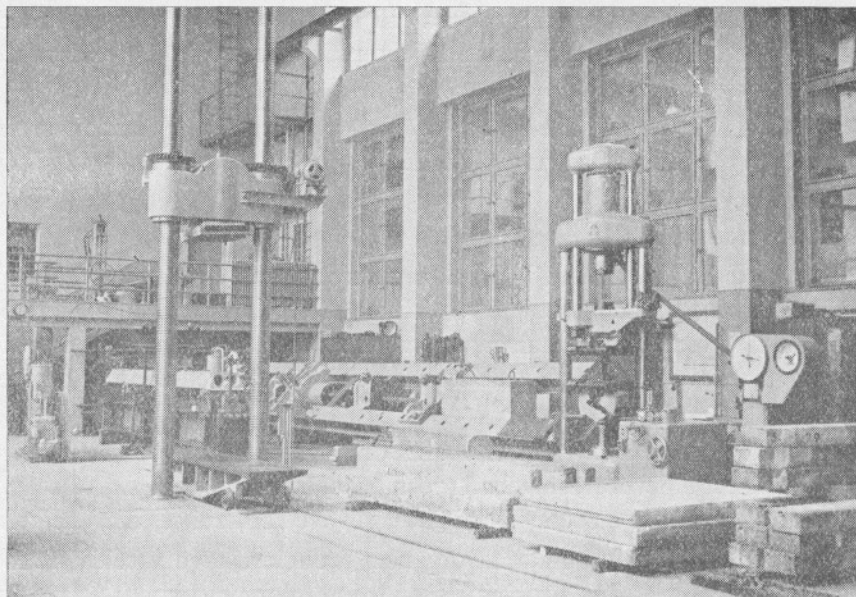
70. Постепенный рост капитального оборудования института в период 1921–1961 гг.

70. Development in investment property of the Institute between 1921 and 1961.

71. Hlavní zkušebna doplněná novými stroji.

71. Главная испытательная лаборатория дополненная новыми машинами.

71. Main testing hall with additional new equipment.



Organisace Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV

Pracoviště Ústavu teoretické a aplikované mechaniky, jako každé vědecké pracoviště technického směru, vyžaduje poměrně rozsáhlé prostory laboratorní, zkušební a pomocné přípravné provozy. Tato skutečnost obráží se plně na jeho dnešní organizaci, která v mnohých směrech připomíná organizaci průmyslového podniku.

Vedení ústavu jako celku je po vědecké i hospodářské stránce reprezentováno ředitelem ústavu.

Organisační zásadou je rozdělení pracoviště na tři hlavní úseky:

1. úsek vědecký,
2. úsek provozní,
3. úsek hospodářsko-administrativní.

Ve vědeckém úseku je soustředěna veškerá vědecká práce ústavu. V současné době se dělí na tato vědecká oddělení:

stavební hmoty,
betonové konstrukce,
kovové konstrukce,
sypké a soudržné zeminy,
stavební fyzika,

stavební chemie,
teoretická mechanika,
experimentální pružnost,
podzemní stavby (Brno),
stavebnictví (Brno).

Tato skladba jednotlivých vědeckých oddělení umožňuje, že úkoly, přesahující rámec kolektivu určitého oddělení, buď odlehlou specializací, nebo pracovním rozsahem (kapacitou), jsou řešeny ve vzájemné spolupráci několika oddělení. Vedoucí každého vědeckého oddělení podléhá přímo řediteli ústavu. Je jím buď interní vědecký pracovník, nebo externí spolupracovník, obvykle člen ČSAV.

Provozní úsek sdružuje velké společné experimentální laboratoře, dílny a přípravné provozy a zajišťuje v celé šíři technické otázky experimentální práce jednotlivých vědeckých oddělení.

Pro koordinaci prací jednotlivých laboratoří a přípravných provozů má celý provozní úsek jediného vedoucího provozu, který je přímo podřízen řediteli ústavu.

Požadavky na veškeré práce provozního úseku zajišťuje každý vedoucí vědeckého oddělení u vedoucího provozu.

Hospodářsko-administrativní úsek seskupuje pracovníky finančního hospodářství ústavu a materiálního zajištění jeho práce. Celý úsek je podřízen jedinému vedoucímu, který je odpovědný přímo řediteli ústavu.

Poradní orgány ředitele. Pro zvládnutí všech mnohostranných otázek práce a činnosti ústavu má ředitel ústavu dva poradní orgány:

1. vědeckou radu,
2. ústavní radu.

Vědecká rada ústavu je jmenována technickou sekcí ČSAV na návrh ředitele ústavu. Sdružuje významné vědecké pracovníky, většinou členy ČSAV, profesory vysokých škol a některé významné praktiky vědního oboru ústavu. Na svých zasedáních vyslovuje se vědecká rada k vědecké činnosti ústavu jako celku. Před vědeckou radou, jejímž předsedou je ředitel ústavu, lze konat obhajoby:

doktorských a kandidátských disertačních prací ve vědním oboru technických věd pro specializace: pružnost a pevnost, stavební mechanika, mechanika zemin, těžení a technologie stavebních hmot, betonové a zděné konstrukce, kovové konstrukce, dřevěné konstrukce.

Ústavní rada je poradním orgánem ředitele ústavu v celém souboru otázek zajištění všech uložených úkolů ústavu. Tvoří ji užší sbor interních pracovníků ústavu, jmenovaných ředite-

lem ústavu tak, aby v ústavní radě byly zastoupeny všechny složky činnosti ústavu. Projednává a ve formě doporučení řediteli ústavu se usnází o důležitých otázkách zajištění vědecké a výzkumné činnosti celého ústavu i pracovních a mzdových otázek zaměstnanců ústavu. Proto jsou členy tohoto orgánu i zástupci masových složek ústavu.

Plán vědecké práce ústavu

Směr vědecké práce ústavu je dán plánem vědeckých úkolů ústavu. Plán vědeckých úkolů, směrně sestavený na několikaleté období a zpřesňovaný ročním rozpisem plánu na každý kalendářní rok, je projednáván a schvalován vědeckou radou ústavu a technickou sekcí ČSAV a úzce souvisí se státním plánem výzkumu.

Podkladem pro sestavení plánu vědeckých úkolů jsou úkoly uložené nadřízenými orgány ČSAV, požadavky technické praxe, požadavky rezortních ministerstev na řešení výzkumných úkolů a konečně i náměty pracovníků ústavu. Na širších kolektivních diskusích o dlouhodobém i krátkodobém zaměření práce ústavu jako celku ujasní se nutné směry budoucí práce a požadavky a náměty se stmelí do uceleného vědeckého úkolu.

Každý plánovaný vědecký úkol má určen cíl, kterého se má řešením dosáhnout, a časový postup práce. Vede ho po vědecké i organizační stránce odpovědný pracovník úkolu. Tento odpovědný pracovník nebývá zpravidla vedoucím pracovníkem vědeckého oddělení. Tímto řešením je organizační rozdělení vědeckých i technických pracovníků ústavu na vědecká oddělení překlenuto ve prospěch řešení každého vědeckého úkolu, zásady kolektivní práce na daném úkolu a maximálního účelného soustředění kapacity ústavu k dosažení žádaných cílů.

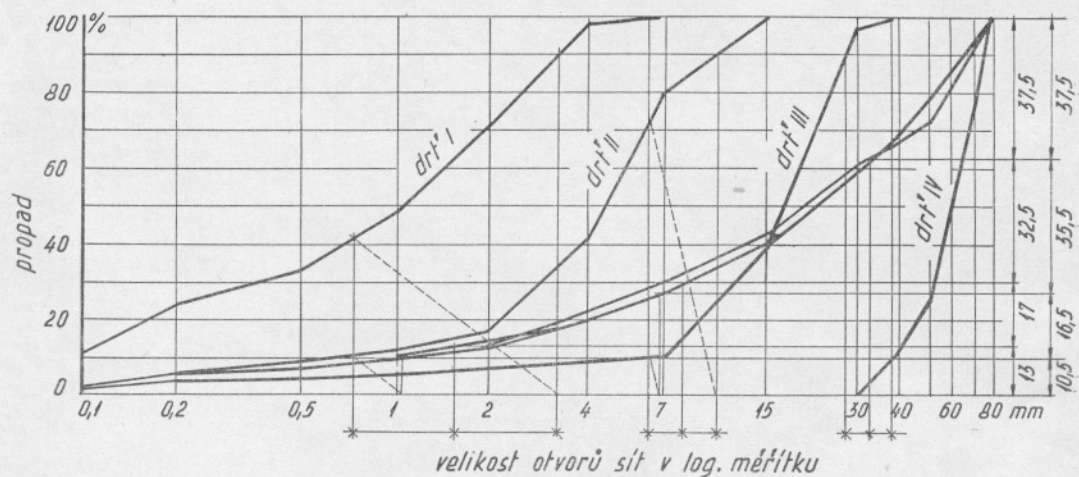
Na plán vědeckých úkolů navazují potom krátkodobé plány provozního oddělení, upřesňované v krátkých časových lhůtách vedoucím provozního oddělení, a to na základě požadavků vedoucích vědeckých oddělení a odpovědných pracovníků plánovaných vědeckých úkolů.

Stavební hmoty

Velký rozvoj stavebnictví v současné době, a to především jeho zprůmyslňování a mechanisace, podstatně zvětšily nároky na stavební hmoty a jejich technologii. Jsou to hlavně všechny druhy betonů, potřebné při výstavbě v pozemním, průmyslovém i vodním stavitelství, jejichž spotřeba značně vzrostla. Pro zvýšené potřeby na vodních stavbách byla práce zaměřena na otázku základního výzkumu technologie betonu, na něž jsou kladeny zvýšené požadavky zvláště co do nepropustnosti a trvanlivosti.

1. Složení normálních betonů

Grafická metoda navrhování betonových směsí (ÚTAM-1) je jednodušší a rychlejší než např. grafický způsob Rothfuchsův nebo polografický Joisela. Způsob ÚTAM-1 vyžaduje, aby velikosti otvorů sít byly vynášeny na ose úseček v logaritmickém měřítku. Podle Joisela je hraniční síto, určující na ideální křivce zrnitosti poměr míšení dvou frakcí, v polovině přetržky. Předpokládáme, že totéž platí pro frakce, které se prolínají. Proto se považuje za rozhraní dvou prolínajících se frakcí síto, které leží v grafické tabulce v polovině úseku prolínání, nebo chceme-li dosáhnout ještě větší



72. Grafické sestavování směsi kameniva.
 72. График составления смеси каменного заполнителя.
 72. Graphical method of aggregate mixture composition.

přesnosti, je rozhraním to síto, které rozděluje úsek překrývání v obráceném poměru ploch překrývajících se frakcí. Graficky se to určí jednoduše. Úsek prolínání omezuje 10 % zbytku frakce jemnější a 10 % dopadu následující frakce hrubší, a to proto, že značně zkreslují čáry zrnitosti frakcí tím, že se zpravidla pomalu vytrácejí.

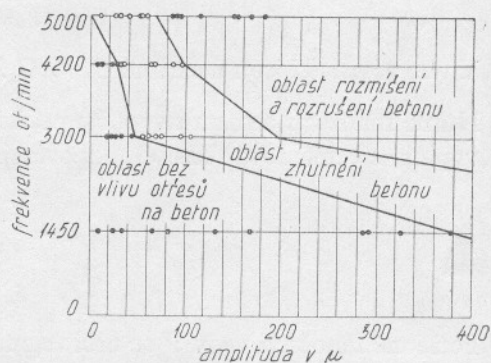
U frakcí, které se sice prolínají, ale u nichž v místě prolínání je nadsítný nebo podsítný zbytek menší než 10 %, se předpokládá, že omezují přetržku počínající u 10 % zbytku frakce jemnější a končící v 10 % propadu následující frakce hrubší. Rozhraní, určující poměr míšení těchto frakcí, je pak v polovině přetržky. Metoda je vhodná hlavně pro rychlé a operativní změny poměrů míšení frakcí na stavbě.

2. Vliv otřesů na mechanické vlastnosti betonu

Rychlý rozvoj hlavně těžkého průmyslu s nutnou další výstavbou staví často provádějící závod před požadavek *betonovat konstrukce za nepřerušného výrobního provozu*, často při chvění způsobeném stroji. Jindy je nutno betonovat za odstřelu hornin v blízkosti nově betonovaných konstrukcí. Značné nejasnosti v těchto otázkách si vynutily přezkoumání *vlivu otřesů na tvrdnoucí beton* a na jeho pevnosti.

Bylo dokázáno, že otřesy do velikosti zrychlení přibližně 0,5 g se vůbec neprojeví ani na struktuře, ani na pevnosti čerstvého betonu. Praxe také skutečně potvrdila, že lze provádět betonářské práce za provozu bez zastavení chodu buď otřesů této velikosti. Tím jsou potvrzena zjištění, učiněná na základě účinku sinusového průběhu otřesů na čerstvý beton při frekvenci 1450, 3000, 4200 a 5000 ot/min. a amplitudách, pohybujících se do 200 μ při frekvenci 5000 ot/min., do 100 μ při frekvenci 3000 a 4200 ot./min., do 380 μ při frekvenci do 1450 ot./min.

Protože důležitým činitelem je i doba, která uplyne od přidání vody do betonové směsi do počátku působení otřesů, byla tato doba volena tak, aby zahrнула celý časový průběh tuhnutí cementu, tj. vliv na beton zhotovený během působení otřesů a beton vystavený otřesům po 1, 2, 4 a 8 hodinách od přidání vody do betonové směsi. Výsledky těchto prací vedly k opatřením, která musí zabránit rozmišení horních vrstev betonu v případě, že otřesy způsobené stroji mají zrychlení větší než 0,5 g (ČSN 73 2002 - Provedení betonářských prací).



3. Složení lehkých betonů

Při bytové výstavbě se stále ve větší míře používá *lehkých betonů*, a to jak pro výplňové zdivo, tak i pro nosné a armované konstrukce. V tomto směru byla odvozena metoda pro navrhování hutných betonů z lehkého kameniva, byl zkoumán vliv dlouhodobého zatížení na vyztužené lehké betony a byla vypracována metoda pro navrhování pórovitých betonů, a to jak z hutného, tak i z pórovitého kameniva.

Stejně jako u normálních betonů, tak i u lehkých betonů je důležitým činitelem záměsová voda. Množství této vody je omezeno dolní hranicí, danou nutným množstvím vody pro hydrataci cementu a i pro možnost zpracování, a horní hranicí, určenou odměšováním vody a stíráním cementové kaše ze zrn kameniva. Proto byla metoda absolutního objemu doplněna pro lehký beton o výpočet nejvhodnějšího množství vody.

Při návrhu se vychází z betonové směsi, vyrobené z jednoho m^3 zvlivovaného kameniva, pro

73. Vliv otřesů na tvrdnutí betonu.

73. Влияние вибраций на твердение бетона.

73. Effect of vibrations on hardening of concrete.

kteřé se zjistí nutné množství vody. Východiskem jsou dvě rovnice pro neznámé množství vody V a cementu C

$$(1) \quad \frac{C}{\gamma_C} + \frac{V}{\gamma_V} = O$$

$$(2) \quad V = 0,23 C + \alpha K,$$

kde O je nutný objem k vyplnění cementovou kaší, α součinitel omočení povrchu zrn kameniva.

Hodnoty C a V takto stanovené se uvedou na 1 m³ skutečného betonu, pro nějž se určí i příslušné množství kameniva (C_o, V_o, K_o).

Na vzdušné póry pak zbývá objem

$$O_p = 1000 - \frac{C_o}{\gamma_C} - \frac{K_o}{\gamma_K} - \frac{V_o}{\gamma_V}.$$

Tento objem se dodatečně vyplní ještě cementovou kaší s příslušným vodním součinitelem.

Navrhování pórovitých betonů z hutného i pórovitého kameniva. Podmínkou pro získání lehkého pórovitého betonu je kamenivo bez jemných zrn. Předpokladem této metody je platnost přímkové závislosti krychlené pevnosti lehkého betonu na cementovém součiniteli, při čemž k objemu vody přistupuje objem vzdušných pórů (mezizrnových).

Při stanovení cementového součinitele pro žádanou krychelnou pevnost betonu K_b a danou třídu cementu K_c se vychází z Bolomeyova vzorce pro pevnost betonu:

$$\frac{C}{V + O_1} = 2 \frac{K_b}{K_c} + 0,50.$$

V této závislosti jsou neznámé C, V, O_1 .

Nutné množství cementu vypočteme, když objem mezer O_m v 1 m³ zdusaneho kameniva váhy γ_o vyplníme cementovou kaší O_2 odpovídajícího vodního součinitele:

$$C = \frac{O_m}{O_2} = \frac{3100 \cdot O_m}{1 + 3,1 \left(\frac{V + O_1}{C} \right)}.$$

Potřebné množství vody V se určí ze známých vztahů.

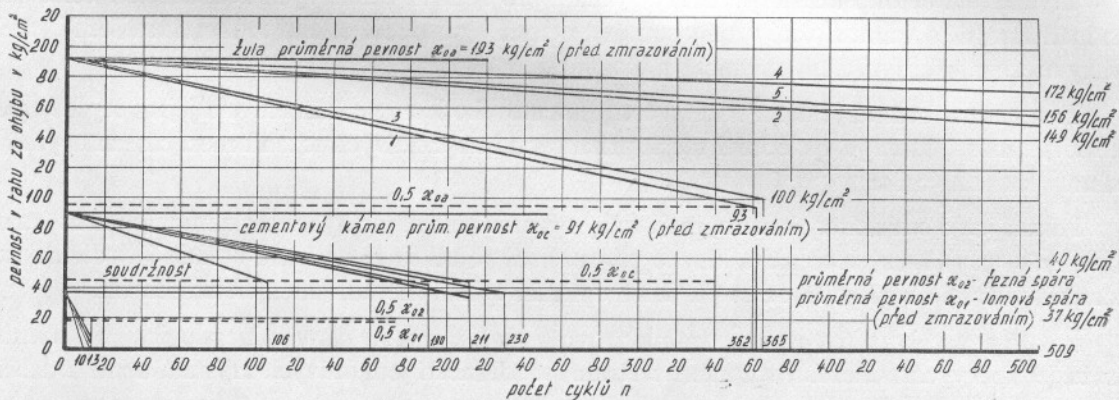
Metoda pro svoji jednoduchost se úspěšně uplatňuje ve výrobě.

4. Vlastnosti hornin

Směr, kterým se výzkum ubírá na poli fyzikálních a mechanických vlastností hornin v dnešní době, je dán úkoly našeho hospodářství, zejména úkoly třetí pětiletky. Rozsáhlý rozvoj ve stavebnictví - budování průmyslových objektů, přehrad, komunikací atd. - vyžaduje podrobnější výzkum základních vlastností kamenných materiálů a jejich vlivu na jakost stavebního díla, hlavně na jeho trvanlivost. Na jedné straně jde o horniny jakožto stavivo, na druhé straně pak hlavně o kamenivo do betonu.

V ústavu byla založena podrobná registrace všech hornin, které byly vyzkoušeny za více než 30 let, s udáním jejich nejdůležitějších vlastností. Této kartotéky často používají i pracovníci jiných výzkumných ústavů.

5. Soudržnost kamenných součástí s cementem



74. Trvanlivost horniny, cementového kamene a jejich styčné spáry.

74. Долговечность горных пород, цементного камня и их соединительных швов.

74. Durability of rock, hardened cement paste and their joint.

Dále byl zkoumán význam soudržnosti kamenných součástí s cementem pro mechanické a fyzikální vlastnosti betonu a jeho trvanlivost. Soudržnost kamenných součástí s cementem je rozhodujícím činitelem pro všechny mechanické a fyzikální vlastnosti betonu, jakož i pro jeho trvanlivost. Z hlediska mechanických vlastností jde hlavně o pevnost v tahu, která ovlivňuje výslednou pevnost betonu. Z hlediska fyzikálních vlastností jde hlavně o propustnost styčné spáry. Obě tyto vlastnosti mají *rozhodující význam pro trvanlivost betonu a jsou dále sledovány.*

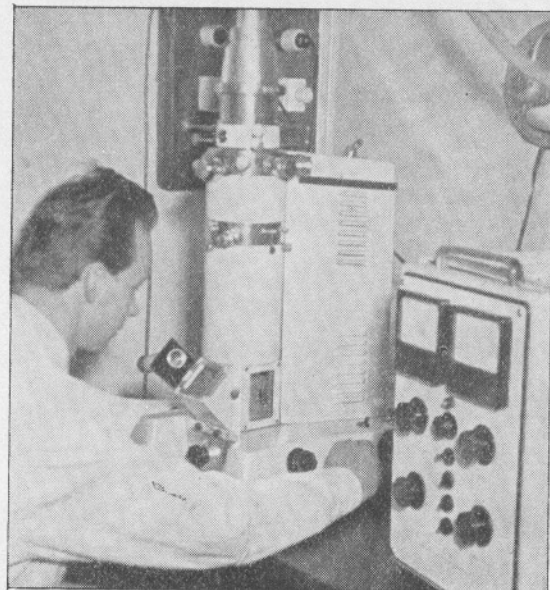
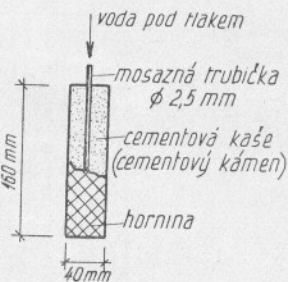
Kamenné součásti ve vztahu k cementu nelze považovat za inertní, zvláště ve vlhkém prostředí. Mechanické a fyzikální zkoušky ukázaly, že styčná spára mezi kamenivem a cementem je nejslabším článkem betonu. Toto poznání má význam pro většinu betonových konstrukcí, poněvadž úzce souvisí s možnostmi vzniku trhlin v betonu. Tyto otázky soudržnosti mají význam i pro pracovní spáry vodních staveb.

Složité vztahy ve styčné spáře jsou povahy fyzikálně chemické a vyžadují hlubší studium za použití světelné a elektronové mikroskopie.

75. Zkouška propustnosti styčné spáry hornina - cement.

75. Испытания на проницаемость соединительного шва — горная порода — цемент.

75. Test of permeability of rock-cement joint.



76. Stolní elektronový mikroskop Tesla.

76. Настольный электронный микроскоп марки Tesla.

76. Tesla bench electron microscope.

6. Trvanlivost betonu

Trvanlivost betonu má hospodářský význam pro většinu betonových konstrukcí v celosvětovém měřítku. Jde o velmi složité vztahy součástí betonu a působení celého souboru vnějších činitelů povahy mechanické, fyzikální, chemické a biologické.

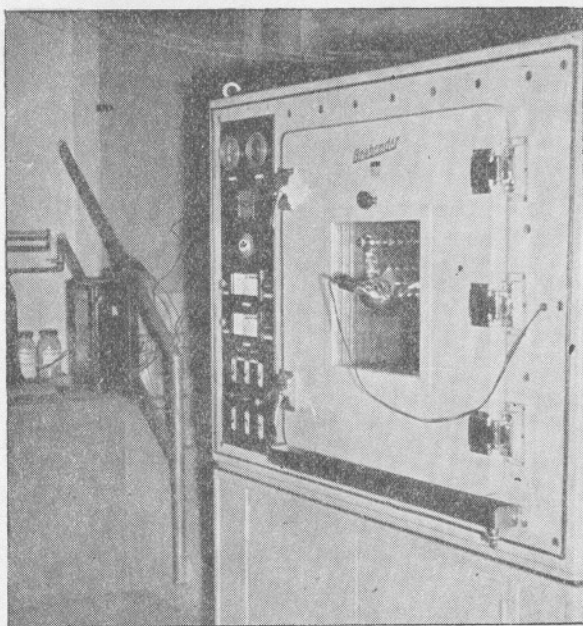
Trvanlivost betonu je dána trvanlivostí cementového kamene, kameniva a jejich styčné spáry dané soudržností, která je výslednicí všech příznivých i nepříznivých vztahů mezi cementovým kamenem a kamennými zrny popř. výztuží.

Pokud jde o cementový kámen, mají velký význam cementy s hydraulickými přísadami (struska, popílek, tufy), kterých se užívá hlavně pro masivní vodní stavby a které vyžadují systematickou výzkumnou práci i v případě, že se při jejich aplikaci vychází ze zahraničních zkušeností.

Pokud jde o horniny, jsou podmínky rovněž složité a jsou dány mineralogickým složením, stavem jednotlivých minerálů, stupněm zvětrání, soudržností jednotlivých krystalů a zrn a dalšími vlastnostmi horniny. Ke všem těmto vlastnostem je nutno přihlížet při volbě kameniva pro betony zvláště namáhané vnějšími činiteli.

Zvláštní pozornost je věnována trvanlivosti soudržnosti a fyzikálně chemickým vztahům mezi cementem a minerály hornin.

77. Tropicální komora pro zkoušky účinku střídavého zmrazování.
77. Тропическая камера для испытаний действия попеременного замораживания.
77. Tropical chamber for testing effects of alternate freezing.



78. Dynamická kontrola (E dyn) betonových těles.
78. Динамический контроль (E дин) бетонных тел.
78. Dynamic test (E dyn) of concrete specimens.



7. Použití plastických hmot

V dnešní době, v době rozmachu výroby plastických hmot, hledají se možnosti nejvhodnějšího jejich použití jednak jako přísad do betonu, jednak jako samostatného pojiva. To souvisí i s výzkumem nových konstrukcí, sledujícím odstranění zbytečné a těžké dopravy, snížení váhy konstrukčních prvků i celé stavby, zprůmyslnění a suchou montáž na stavbě. Využití těchto hmot má velký význam i pro konstrukce vystavené agresivnímu účinku prostředí.

Zlepšení mechanických vlastností cementových malt a betonu lze dosáhnout přísadou plastických hmot. Nejlepších výsledků bylo dosaženo s upravenou polyvinylacetátovou dispersí.

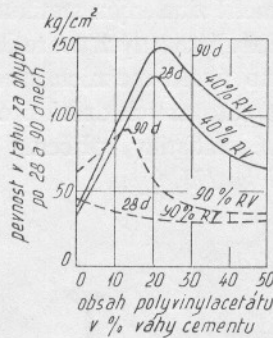
Se zvyšujícím se obsahem polyvinylacetátové disperse se zvětšují pevnosti cementové malty v tahu a tahu za ohybu. Kromě zvětšování pevností roste u polymerocementové směsi také mezní protažení, houževnatost a částečně i chemická odolnost. Se zvětšováním tahových pevností roste soudržnost s jinými stavebními materiály, hlavně se starým betonem. Bylo zjištěno, že kdežto optimální pevnosti styčné spáry dvou normálních betonů různého stáří dosahují 75 % pevnosti nového betonu, je při použití polymerového betonu nebo malty pevnost styčné spáry značně větší, takže k porušení dochází spíše ve starém betonu. Při spojování dvou betonů nebo malt různého stáří dochází k penetraci polyvinylacetátu z nového betonu do starého, a tím ke zpevnění nejbližší vrstvy starého betonu u styku. Je však nutno v každém případě přihlídnout k velikosti průřezu a vlivu smrštění.

Nepříznivou vlastností malt s příměsí polyvinylacetátu je velké smrštění, které může dosáhnout 10krát větších hodnot než u normální malty.

V praxi bylo s úspěchem použito cementové kaše s polyvinylacetátem k ochraně železobetonové konstrukce před působením solného roztoku, dále polymerových malt s vysokou soudržností s přírodními kameny a konečně bylo použito polyvinylacetátu ke zvýšení pevnosti a soudržnosti lehkého betonu.

Betonové konstrukce

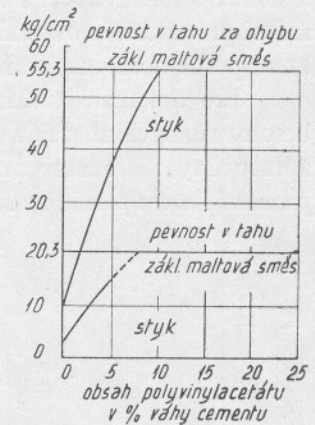
Oddělení betonových konstrukcí se zabývá úkoly teorie výpočtu konstrukcí, problémy únosnosti průřezu, únosnosti konstrukcí spojitých, rovinným a prostorovým působením konstrukcí, teoretickými otázkami předpjatého betonu, otázkami stability a vzpěrné pevnosti, metodikou zkoušek konstrukcí a modelů, metodikou nedestruktivních zkoušek betonu, oceli a jiných stavebních hmot a sledováním jakosti stavebních hmot.



79. Pevnost v tahu za ohybu polymerocementové malty.

79. Прочность на растяжение при изгибе полимероцементного раствора.

79. Flexural strength of polymerocement mortar.



80. Pevnost styčné spáry maltových těles.

80. Прочность соединительного шва растворных тел.

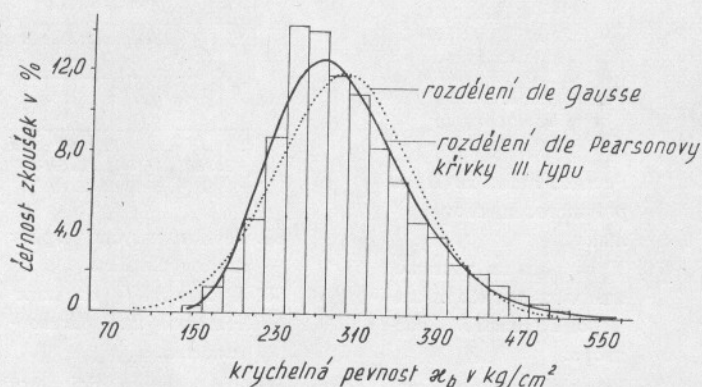
80. Strength of joint of mortar specimens.

1. Únosnost a bezpečnost konstrukcí

V problému únosnosti průřezu ze železového a předpjatého betonu se sledovala nejprve koncepce tzv. *stupně bezpečnosti*. Výsledky byly okamžitě využity v československých normách.

Po podrobných rozbořech otázky bezpečnosti průřezu na mezi únosnosti byla zaměřena pozornost na otázky tzv. *mezních stavů*, které lépe vyjadřují působení konstrukcí, vliv jakosti hmot a složek betonu vůbec. Podařilo se vytvořit jednoduchý, avšak skutečnost vystihující návrh, umožňující při náležité hospodárnosti i méně zkušeným statikům a konstruktérům navrhovat konstrukce, které podle dosavadních řešení vyžadují značných teoretických znalostí a praktických zkušeností.

Pro dokonalé zvládnutí celého úkolu mezních stavů byly studovány mechanické vlastnosti betonů různých značek a ocelí i patentovaných drátů pro předpjatý beton. Výsledky zkoušek byly zpracovány metodami matematické statistiky, přičemž bylo zjištěno, že pro rozložení četnosti pevnosti betonu platí *Pearsonova křivka III. typu*.



81. Histogram pevnosti betonu druhu 250.

81. Гистограмма прочности бетона «250».

81. Histogram of strength of class 250 concrete.

Při těchto studiích byla stanovena i kritéria pro jakost betonu v konstrukcích, která hodnotí provedení stavby. Dále byl stanoven součinitel variability a stejnoměrnosti několika druhů betonu z pevnosti určené na kostkách na různých staveništích a také ve výrobních prefabrikátů.

Metody matematické statistiky bylo rovněž použito při studiu únosnosti průřezů ze železového betonu, betonářské oceli a při stanovení celkové únosnosti konstrukcí. Tak byly umožněny nové pohledy na působení konstrukcí, zvláště staticky neurčitých, ze železového i předpjatého betonu.

Dále byla zaměřena pozornost na problémy únosnosti průřezu při kombinovaném zatížení a sleduje se únosnost předpjatého průřezu, soudržnost a tvoření trhlin, zvláště při namáhání na únavu.

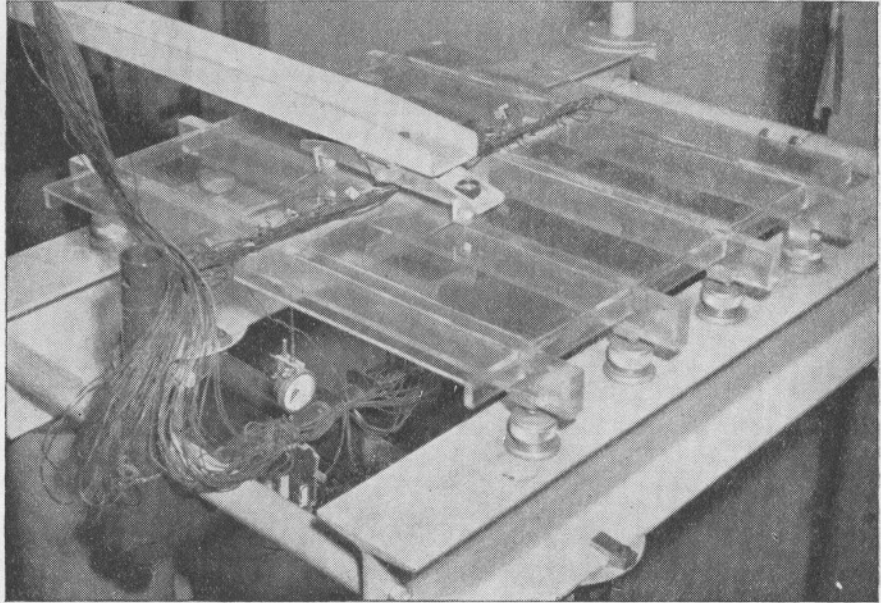
Otázkám mezního stupně vyztužení betonových konstrukcí jsou věnovány práce teoretické i experimentální, které objasňují chování průřezů na mezi únosnosti. Při komplexním řešení problému: návrh - provedení - jakost přispívají k z hospodárnění konstrukcí z předpjatého i železového betonu.

V současné době se sleduje únosnost celých konstrukcí a jejich chování jako konstrukcí spojitých, způsob roznášení zatížení do jednotlivých částí konstrukce i spolupůsobení desky s trámem při podrobném proměřování tensometry a průhyboměry až do úplného porušení celé konstrukce.

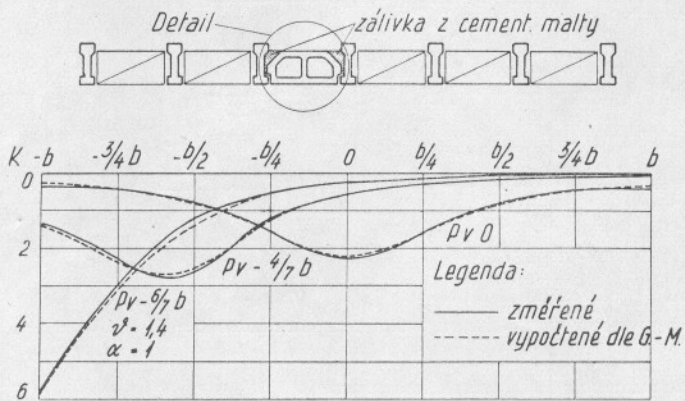
Na modelech z cementové malty, dřeva a plexiskla byly ověřovány problémy roznášení zatížení při deskovém působení u trémových mostů z předpjatého betonu. Zároveň byl sledován i účinek příčného vyztužení a vložek z prostého betonu v prefabrikovaných trémových konstrukcích.

2. Prostorové působení konstrukcí

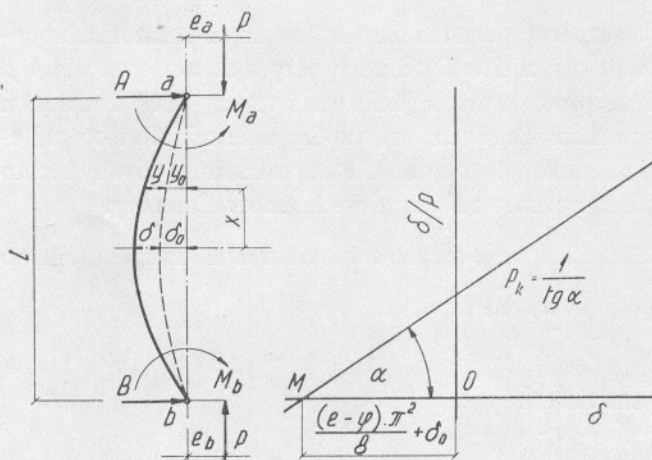
Aby mohlo být ověřeno skutečné působení konstrukcí a jejich modelů, byla vypracována metodika zatěžovacích zkoušek, přičemž průhybová čára byla nahrazena obecnou křivkou 5. stupně. Její rovnice se stanoví z měřených průhybů, popřípadě vyrovnávacím počtem), takže u spojitých konstrukcí je možno stanovit inflexní body z ohybové čáry. To umožňuje určení ohybových mo-



82. Model roštové konstrukce z plexiskla.
 82. Модель решетчатой конструкции из плексигласа.
 82. Model of floor built up of plexiglass.



83. Příčinkové čáry příčného rozdělení trámové konstrukce.
 83. Линии влияния поперечного распределения нагрузки балочной конструкции.
 83. Influence lines of transverse distribution of ribbed floor.



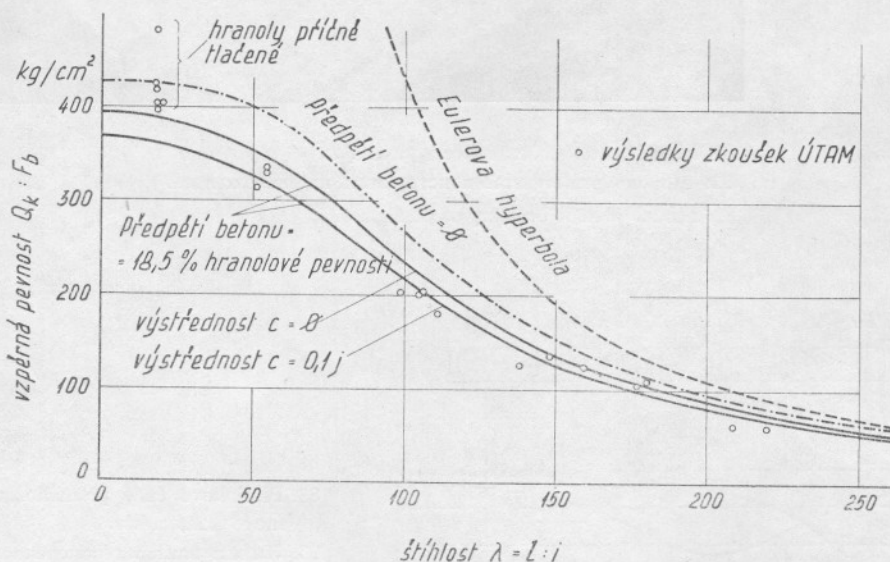
84. Stanovení kritického břemene pro nedokonalou vzpěru.
 84. Определение критической нагрузки для несовершенного подкоса.
 84. Determining critical load for imperfect strut.

mentů, popřípadě ohybových momentů v upnutí, které se dosud experimentálně velmi nesnadno určovaly.

U prefabrikovaných železobetonových trámů s vložkami z prostého betonu mezi trámy se např. ukázalo, že trám bezprostředně zatížený přenáší pouze 60 % působícího zatížení a dva bezprostředně sousedící trámy přenášejí po 20 %. Je tedy možno upustit od zdvojení trámů pod příčkami, popřípadě je možno příčky podle potřeby libovolně přemísťovat.

3. Pevnost vzpěrná

Požadavky provozní praxe i architektů na návrhy štíhlejších sloupů i nutnost hospodárného provádění staveb s největším využitím půdorysné plochy daly podnět k prohloubení studia vzpěrné pevnosti u sloupů betonových a železobetonových.



85. Diagram vzpěrné pevnosti sloupů z předpjatého betonu.

85. Диаграмма продольного изгиба столбов из предварительно напряженного бетона.

85. Diagram of buckling strength of columns made of prestressed concrete.

Přesné vyhodnocování výsledků zkoušek vzpěrné pevnosti ukázalo, že ani v laboratorních podmínkách není dosaženo ideálního případu centricky zatížené přímé vzpěry s dokonalými klouby. Proti teoretickému případu Eulerovu dochází proto k příčné deformaci vzpěry před dosažením vzpěrné pevnosti, jako následek excentricity zatížení, zakřivení osy vzpěry a nestejnorození materiálu v příčném řezu. Na druhé straně působí i nedokonalost kloubů. Podle rozsahu a povahy těchto nedokonalostí se liší zkouškou stanovená vzpěrná pevnost od teoretické hodnoty Eulerovy.

W. E. Ayrton, J. Perry a R. V. Southwell ukázali, že je možno stanovit ideální kritické břemeno vzpěry P_k z lineárního vztahu mezi $\frac{\delta}{P}$ a δ (δ je vybočení vzpěry):

$$\frac{\delta}{P} = \delta \cdot \frac{1}{P_k} + \frac{e \pi^2}{8} \cdot \frac{1}{P_k}$$

Tento vztah platí obecně i pro případ zakřivené vzpěry, excentricky zatížené s nedokonalými klouby, ve tvaru

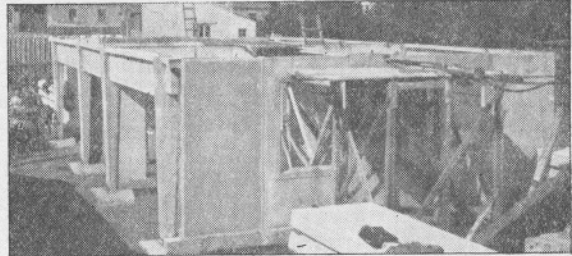
$$\frac{\delta}{P} = \delta_0 \cdot \frac{1}{P_k} + \left[\frac{e - \varphi}{8} \pi^2 + \delta_0 \right] \frac{1}{P_k},$$

kde je: e excentricita zatížení,
 δ_0 počáteční zakřivení vzpěry,

$$\varphi = \frac{M_0}{P} \text{ rameno momentu upnutí vzpěry.}$$

Byl vypracován též návrh redukce štíhlosti podle součinitele přetvárnosti a míry dotlačování betonu, stanoven přibližný vzorec pro dlouhodobé zatížení a dále určeny součinitele vzpěrnosti pro pruty s malou a velkou výstředností.

U sloupů z předpjatého betonu byl stanoven vliv podélného a příčného předpětí a jeho ztrát na pevnost vzpěrnou, jakož i vliv podélného předpětí na tvoření trhlin. Vysoká únosnost krátkých



87. Konstrukce pro zkoušku tuhosti styčnicku.

87. Конструкция для испытаний язлов на жесткость.

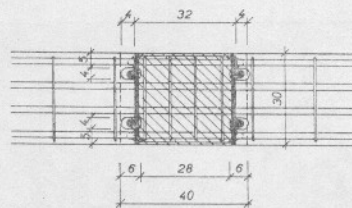
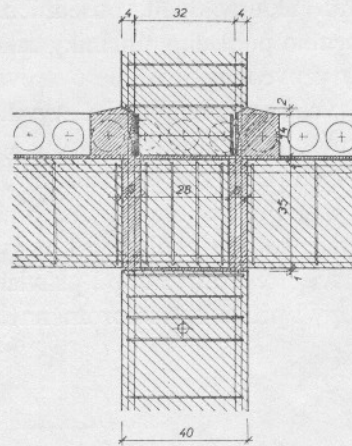
87. Structure for testing joint rigidity.



86. Vybočení cihelné stěny při zkoušce na vzpěr.

86. Боковой прогиб кирпичной стены при испытаниях на продольный изгиб.

86. Buckling of brick wall during test.



88. Detail styčnicku.

88. Детальное изображение узла.

88. Detail of the joint.

sloupů z předpjatého betonu se vysvětluje odporem předpjatých strun proti usmyknutí a zvýšením jakosti betonu tvrdnoucího pod předpětím. U sloupů se štíhlostí do $l/i = 70$ z lehkého betonu (pěnobetonu) se ukázalo poměrně malé snížení únosnosti. U sloupů ocelových s pláštěm z lehkého betonu bylo zjištěno podstatné zvýšení vzpěrné pevnosti.

U cihelného zdiva byl na základě experimentálního ověření vypracován návrh součinitelů vzpěrnosti s uvažováním vlivu rozptylu pevnosti a modulu pružnosti, uplatňujícího se hlavně u tenkých zdí.

4. Montované konstrukce

Ve spolupráci s Ústavem montovaných staveb při řešení úkolu „Montovaný dům skeletový s výplňovým panelem se zastavěním do 14 podlaží“ byl navržen typ montovaného skeletu. Patří do skupiny typů s úplným železobetonovým skeletem se samonosnými obvodovými stěnami. Nosná konstrukce je navržena jako rám s tuhými styčníky. Styk sloupů proměnného průřezu s rozštěpem v hlavici s příčlí tvaru T je proveden tak, že do rozštěpu se vsune příčle a tuhost takto vytvořeného styčníku se zajistí cementovou zálivkou mezi vidlicemi rozštěpu a příčlí a přivařením úhelníků zakotvených do vidlic sloupu a příčle na tyč Roxoru, vloženou do spáry mezi úhelníky. Tuhost styčníků se ověřovala na třech zkušebních třítraktových přízemních montovaných rámových konstrukcích, zatěžovaných vodorovnou silou až do porušení. Zkoušky prokázaly dostatečnou tuhost navrženého styčníku, a tím i možnost realizace tohoto nového progresivního typu montované konstrukce obytného domu. Sloupy dvou sousedních podlaží jsou stykovány přivařením ocelové kotvy v patce sloupu horního podlaží, s úhelníky zakotvenými do hlavic sloupu spodního podlaží.

Byly provedeny rozsáhlé ověřovací zkoušky únosnosti sloupů proměnného průřezu a příčlí, jakož i nových typů prefabrikátů, vyvinutých pro tento nový typ konstrukce (stropní desky s kazetovým i rovným podhledem, schodiště aj.).

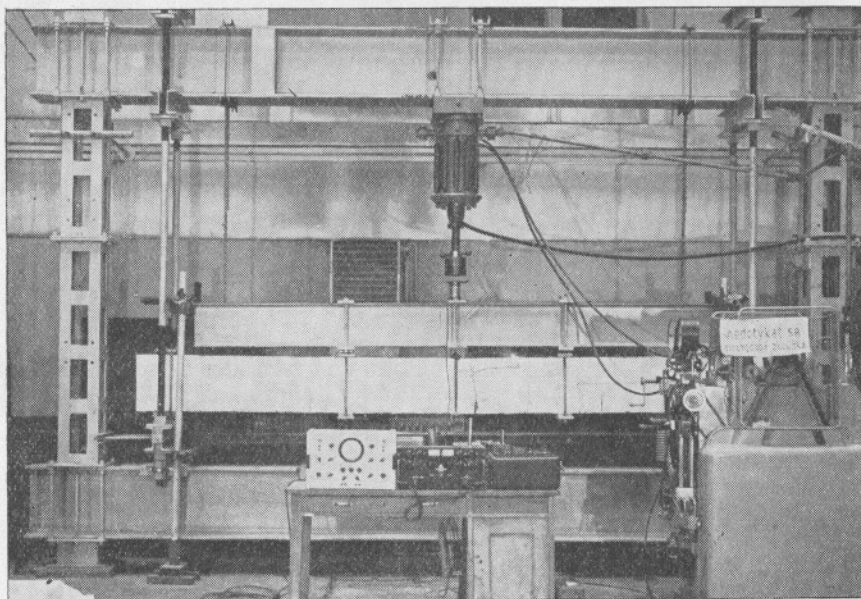
Ve spolupráci s n. p. Průmstav, Praha, byl řešen úkol „Víceúčelový montovaný skelet pro bytovou výstavbu“. U této obytné budovy tvoří nosnou konstrukci montovaný rámový skelet, kde hlavní myšlenkou je průběžnost průvlaků mezi hlavou a patou sloupů dvou sousedních pater a prostup svislé výztuže sloupů průvlakem.

Sloupy i příčle jsou neproměnného průřezu. Styk sloupu a příčlí je proveden tak, že pruty

89. Uspořádání zkoušky trámů z předpjatého betonu na únavu.

89. Схема испытания на усталость блока из предварительно напряженного бетона.

89. Layout of fatigue test of prestressed concrete girders.



výztuže, vyčnívající ze sloupu spodního patra s maltovým ložem, se provléknou elipsovými otvory příčně, načež se otvory zalijí koloidní maltou. Sloup následujícího podlaží, opatřený ocelovou botkou, se uloží do maltového lože a výztuž spodního sloupu se přivaří na ocelovou botku.

Bylo provedeno rozsáhlé experimentální ověření takto vytvořeného styčnicku srovnáním únosností a podélných i příčných deformací při zkušebním zatěžování krajních sloupů s monolitickým a montovaným styčnickem.

Při zkouškách byla zároveň ověřována poloha výslednice tlaku v sloupu a posuzován vliv excentrického tlaku s malou výstředností na únosnost železobetonových sloupů.

Experimentální výzkum prokázal mimo jiné dostatečnou tuhost nově navrženého styčnicku co do únosnosti a jeho rovnocennost se sloupem s monolitickým styčnickem.

5. Konstrukce z předpjatého betonu

Pro zpřesnění a zhospodárnění konstrukcí z předpjatého betonu se studuje rozdělení napětí v průřezech ohýbaných a v kombinaci se smykovým napětím se určuje chování těchto konstrukcí při namáhání. Sleduje se vznik prvních trhlin, soudržnost betonu s patentovaným drátem, vliv namáhání ve smyku a další.

Pro rozsáhlé zkoušky předpjatého betonu na únavu byly zkonstruovány některé původní přístroje, např. samočinný registrační přístroj, určující vznik prvních trhlin, který na počítači přímo zaznamená počet cyklů, při nichž trhlina vznikla. Pracovní diagram betonu se snímá přímo během namáhání na únavu.

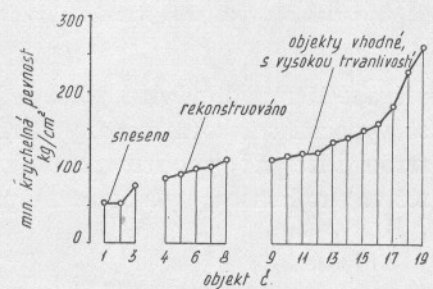
6. Ocelové konstrukce předpjaté

Při studiu ocelových konstrukcí příhradových a trámů se zjistilo, že ve speciálních případech, kdy se předpíná postupně s nanášením zatížení, je možno dosáhnout úspory až 25 % váhy oceli proti konstrukci nepředpjaté. Pro výpočet je však nutno použít metody mezních stavů. Mezním stavem se zde předpokládá dosažení meze pružnosti v konstrukční oceli, přičemž napětí v předpínací výztuži je ještě bezpečně pod hodnotou její smlouvené meze pružnosti.

Pro uspíšení vývoje předpjatých spojitéch konstrukcí byly vykonány jak teoretické práce, tak i jejich experimentální ověření, zejména pro případy ztrát předpětí v rámových konstrukcích a u nosníků na pružném podkladě.

7. Nedestruktivní metody pro zkoušky betonu a oceli

Snaha zlepšit jakost betonových konstrukcí a umožnit kontrolu stavebního díla vedla k nedestruktivní metodě stanovení mechanických vlastností betonu na základě zkoušek tvrdosti s použitím kladívka Poldi, které bylo pro tento účel opatřeno nástavcem upevňujícím kuličku $\varnothing 20$ mm, vhodnou pro zkoušky betonu. Tato metoda, dnes běžně užívaná, je vhodným prostředkem pro důslednou kontrolu betonu na stavbách a ve výrobnách prefabrikátů. Jednoduchostí provedení a názorným zpracováním dává možnost okamžitě stanovit jakost konstrukce, a tím přispívá k upevnění a dodržování technologické kázně na staveništi. Přispěla také k vyřešení



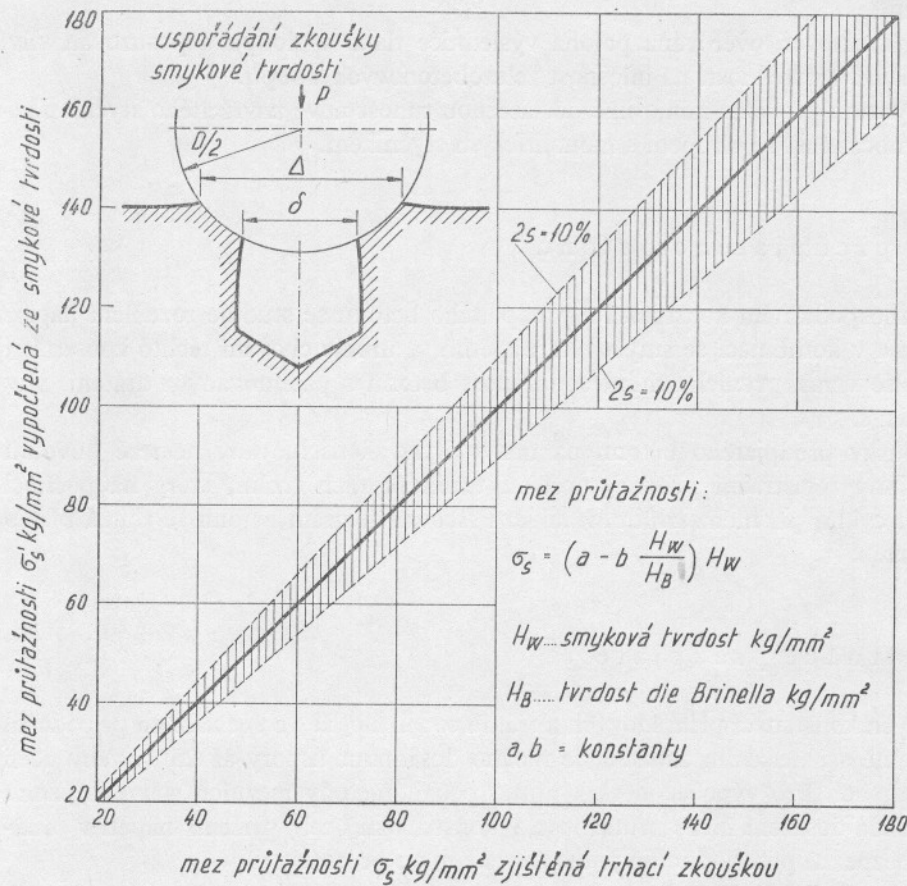
90. Minimální krychelná pevnost betonu jako ukazatel jakosti staveb.

90. Минимальная кубиковая прочность бетона, как показатель качества стройки.

90. Minimum cubic strength of concrete as index of the quality of structure.

řady úkolů, jako např. zhodnocení pevnosti betonu ve starých konstrukcích, které měly být vyřazeny z provozu apod.

Také pro ocel byla vypracována metoda zjišťující urychleně a bez zvláštních nákladných zařízení mez průtažnosti stavebních ocelí. Zásadní myšlenka záleží ve vtláčování kuličky $\varnothing 5$, po-



91. Vztah meze průtažnosti z trhací zkoušky a zkoušky smykové tvrdosti.

91. Соотношение между пределом растяжимости при испытаниях на разрыв и испытаниях на твердость при сдвиге.

91. Relation between yield stresses obtained in tensile test and in test of shear hardness.

případě 10 mm do vývrtu, jehož průměr se rovná polovině průměru užití kuličky. Z plochy vtisku se vypočítá smyková tvrdost, která je zvláštní charakteristikou oceli. Ze smykové a Brinellovy tvrdosti lze pak vypočítat mez průtažnosti. Protože se prokázalo, že této metody lze úspěšně užit též ve strojírenství, byla ověřena i pro nejjakostnější oceli.

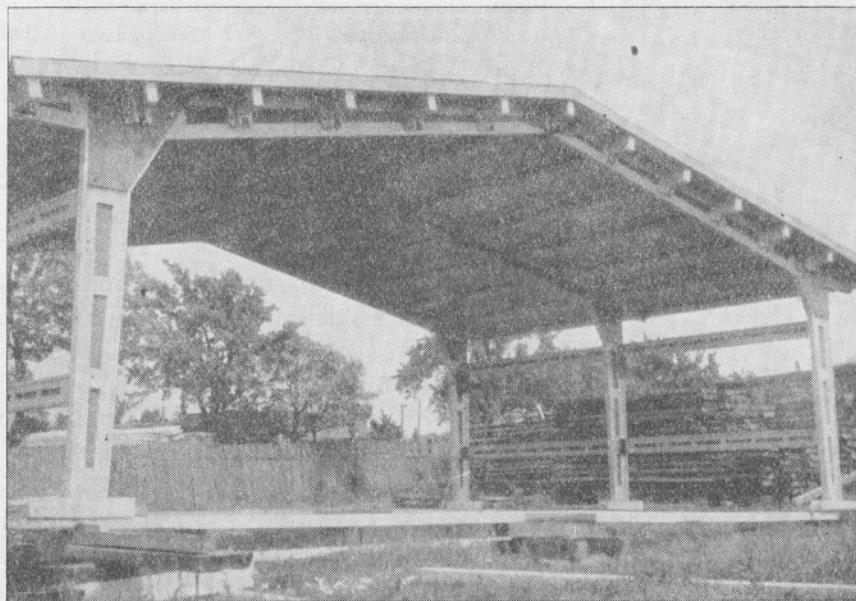
8. Dřevěné konstrukce

V oboru dřevěných konstrukcí byl proveden rozsáhlý výzkum různých spojů, hřebíkových, hmoždíkových i lepených, jehož výsledky, zvláště pak při dlouhodobém zatížení, byly převzaty do československých norem.

Problém vzpěrné pevnosti členěných prutů byl rozřešen s přijatelnou jednoduchostí a je rovněž využit v čs. normě.

Veliký zájem byl věnován úspoře dřeva pro stěny nosníků jejich vytvořením z vláknitých nebo dřevotřískových desek. Tento úkol byl řešen ve spojitosti s řešením konstrukcí třinácti zahraničních výstavních pavilónů.

Rozsáhlé zkoumání pevnosti dřeva na vzorcích různé velikosti ukázalo, že pevnost dřeva nelze spolehlivě stanovit z výsledků zkoušek na drobných normových tělískách, nýbrž že je lépe stanovit pevnost dřeva z únosnosti konstrukčních prvků. Na základě těchto zkoušek a zkou-



92. Výstavní pavilón rozpětí 10 m v Moskvě.

92. Выставочный павильон пролетом 10 м в Москве.

92. Exhibition pavilion with 10-m span in Moscow.

šek dřeva na drobných tělískách byla stanovena závislost skutečné pevnosti dřeva.

Dále byly zkoumány dřevěné nosníky vyztužené ocelí Roxor a odvozen jednoduchý způsob výpočtu těchto konstrukcí. Na tomto podkladě bylo provedeno několik konstrukcí, z nichž jedna - oblouková - měla rozpětí 36 m.

Bylo sledováno též použití skelných laminátů jako pásnic jak pro dřevěné průřezy, tak i pro průřezy z dřevotřískových desek.

Veliká pozornost byla věnována i konstrukcím lepeným a konstrukcím kombinovaným, zejména při zatížení trvalém. Při experimentálním ověřování se ukázala veliká přednost trámů lepených i vyztužených ocelí Roxor.

Poruchy na dřevěných střešních konstrukcích, kdy docházelo k vybočení tlačných pásů vazníků, byly podnětem k důkladnému teoretickému a experimentálnímu vyšetřování účinku bedněné stěny.

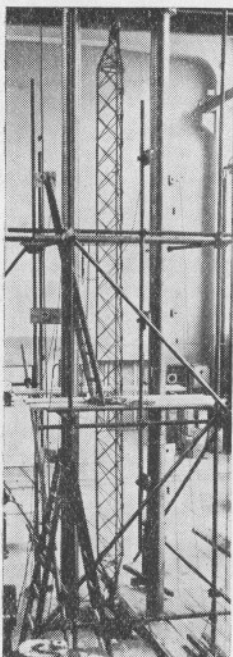
Vyšetřování ukázala nedostatečný vyztužovací účinek bedněných stěn, obzvláště v těch případech, kdy jednotlivá prkna jsou rovnoběžná s hřebenem. Toto uspořádání může vést k opožděnému vybočení tlačných pásů, následkem čehož nastává dlouhodobé přetvoření, které snižuje bezpečnost a trvanlivost celé střešní konstrukce.

Bednění doplněné úhlopříčkami vytvoří s horními pásy vazníků tuhou soustavu, a tím umožní využít normálního bednění pro zavětrování.

9. Aplikovaný výzkum

Byla provedena studie i zkoušky několika druhů sloupů pro chmelnice, které mají nahradit dřevěné sloupy, a tím uspořit dřevo. Byly navrženy tři alternativy stožárů:

1. duté, tenkostěnné z předpjatého betonu,
2. svařované z betonářské oceli,
3. svařované z ocelových trubek.



93. Chmelnicový stožár svařovaný z betonářské oceli.

93. Сварная мачта из стали для бетонов на хмельнике.

93. Hop-garden mast welded of reinforcing steel.

Svařované sloupy z betonářské oceli a ocelových trubek byly po zdokonalení detailů, na základě vykonaných zkoušek, postaveny zkušebně v několika chmelnicích.

Ve spolupráci s Výzkumným ústavem sklářským v Hradci Králové se začalo pracovat na zjišťování mechanických vlastností menších výrobků z taveného čediče, které měly ověřit podklady pro vhodné výchozí suroviny a pro ně stanovit správnou technologii výroby.

Tak byly získány ukazatele mechanických vlastností k vypracování směrnic pro zkoušky vzorků.

Velké rozptyly výsledků zkušebních vzorků vyrobených z různých výchozích hornin a rozdílnými technologickými postupy daly podnět pro vyhodnocení výsledků zkoušek metodou matematické statistiky, která dává lepší obraz o stejnosměrnosti výroby a umožňuje správněji zhodnotit vzorky vyrobené různými technologickými postupy.

Dále byly prováděny porovnávací zkoušky obrusnosti vzorků z taveného čediče a zkoušeny některé výrobky, jako trouby v ohybu a na vnitřní tlak. Bylo ověřováno i spojení trub bandáží tkanou ze skelných vláken, chráněnou vrstvou cementové malty.

V současné době se řeší otázky starých litinových sloupů a litinových nosníků, jakož i zvýšení jejich únosnosti obetonováním, popřípadě předpětím.

K o v o v é k o n s t r u k c e

Oddělení se zaměřilo jen na řešení některých, ale zato zásadních problémů moderních kovových konstrukcí. Přitom se důsledně porovnávaly výsledky teorie a experimentu.

Materiál - ocel či lehká slitina - je rozhodujícím činitelem. Statické problémy jsou otázkami chování kovových konstrukcí pod určitým zatížením a ne jen konstrukcí z pomyslného materiálu. Naopak zase řešit problémy materiálu znamená studovat chování detailu z daného materiálu v rámci celé konstrukce a ne jen zkušebního tělíška odděleně od konstrukce; v otázkách materiálu jako takového se spolupracuje, pokud třeba, se specializovanými ústavu. Lze tedy charakterizovat předmět práce dvěma slovy: materiál a napjatost.

Všechna práce směřuje nakonec ke splnění kategorického požadavku našeho národního hospodářství - šetřit kovem. Lze toho dosáhnout jen tehdy, když jej důkladně známe, abychom mu mohli dát správný tvar a dovedli určit jeho únosnost, zahrnující i plastickou rezervu.

1. Statika tenkostěnných prostorových soustav

Moderní ocelové konstrukce stávají se stále ve větší míře tenkostěnnými prostorovými soustavami, jejichž každá část plní současně více funkcí: je částí hlavního nosného systému, roznáší břemena a je např. prvkem příčného ztužení. Odtud plyne složitost problému.

Zabývali jsme se proto výzkumem *truhlíkových nosníků uzavřeného průřezu*, kterých naše praxe užila pro nové typy jeřábových mostů. Bylo použito obecné teorie Umanského a principu variační Vlasovovy metody a řešena napjatost těchto nosníků od kroucení v závislosti na jejich vyztužení a konečně hledáno jejich optimální vyztužení. Při zkouškách čtyř nosníků různě vyztužených byly sledovány ještě další jevy, hlavně však chování nosníků v nepružném oboru.

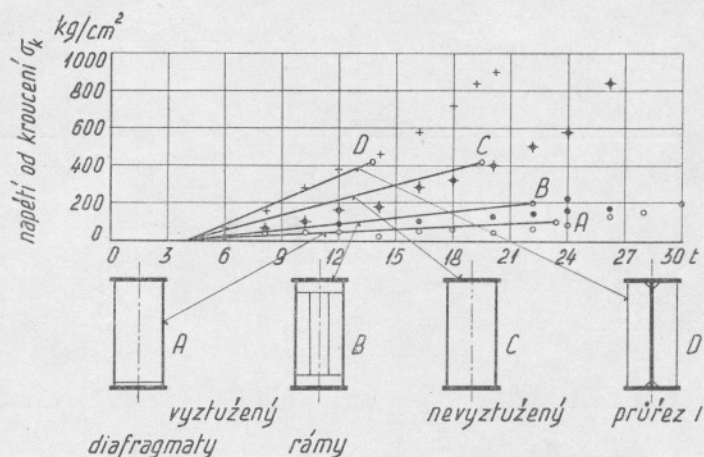
Teoreticky byla řešena prostorová plnostěnná soustava otevřeného průřezu, kterou podélné příhradové ztužení doplňuje v soustavu uzavřenou. Výsledkem této práce byl ideový návrh *nového typu železničního mostu s průběžným šterkovým ložem*. V konečné variantě bylo navrženo ztužit proti deplanci průřezu nosnou soustavu takového mostu jen na koncích deskami svazujícími obě dolní pásnice, které jinak v poli zůstávají bez jakýchkoli připojených prvků, tedy i bez tvarových vrubů. Toto řešení je zvláště vhodné pro svařované mosty z oceli vyšší pevnosti.

Vyvrcholením tohoto směru činnosti bylo *teoretické a experimentální řešení oblouku mostu u Žďákova*. Prostorová soustava jeho velmi štíhlého oblouku rozpětí 330 m se skládá ze dvou plnostěnných hlavních nosníků, jejichž horní a dolní pásy jsou spojeny po celé délce příhradovým ztužením a jejichž spolupůsobení mimoto zajišťují příčná příhradová ztužidla; jde tedy staticky o křivý tenkostěnný prut uzavřeného přetvořujícího se průřezu, jehož dvě stěny jsou příhradové, a přetvořují se tedy smykem, a jehož další dvě stěny jsou plné, a tedy jejich přetvoření smykem je zanedbatelné. Byly řešeny dva hlavní problémy:

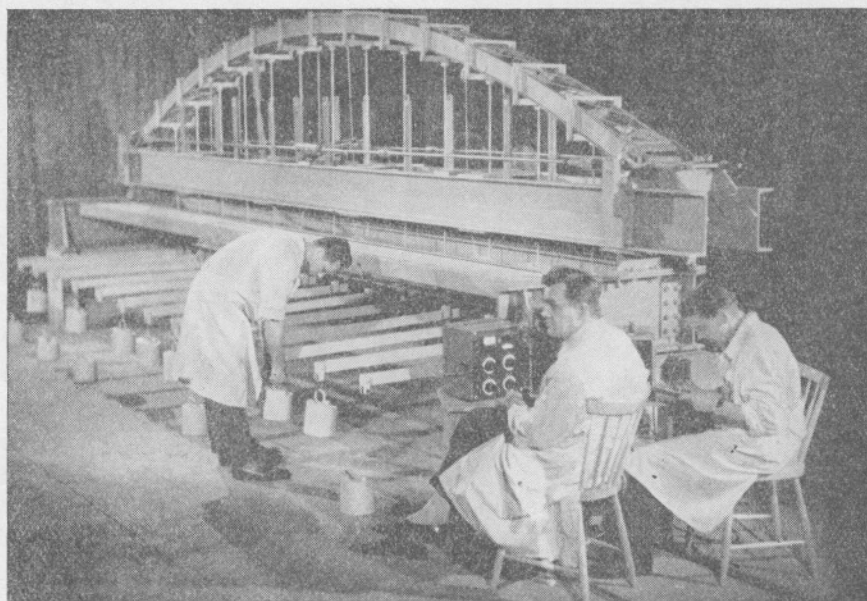
a) vliv přetvoření oblouku při svislém zatížení (teorie II. řádu štíhlých oblouků a numerický výpočet),

b) vodorovný ohyb a současné kroucení oblouku při příčném náporu větru.

K ověření teoretického řešení obou problémů byl zkonstruován model v měřítku 1:50 - tedy rozpětí 6,60 m - tak, aby bezrozměrné parametry řídicí svislý, vodorovný ohyb a kroucení byly stejné u modelu jako u skutečného mostu. Na modelu byly provedeny rozsáhlé zkoušky. Měřena byla posunutí a napětí hlavních nosníků, hlavně však osově síly všech diagonál příhradových ztužení na jedné



94. Teoretická a naměřená napětí od kroucení truhlíkových nosníků.
94. Теоретические и замеренные напряжения от кручения коробчатых балок.
94. Theoretical and measured torsional stresses of box beams.



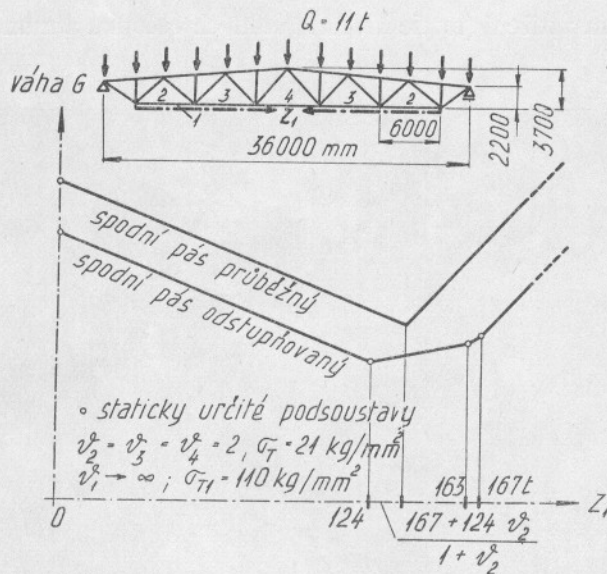
95. Model oblouku mostu u Žďákova.
95. Модель арки моста у Ждякова.
95. Model of arch bridge near Žďakov.

polovině modelu, aby bylo možno z experimentálních výsledků zkonstruovat průběh smykového toku po délce mostu, který je pro jeho chování nejcharakterističtější.

Výsledků této práce použil přímo Hutní projekt při návrhu skutečného mostu, který se staví. *Předpjeté konstrukce.* Předpětím lze dosáhnout snížení váhy příhradových konstrukcí. Byl



96. Teoretické a naměřené síly větrových ztužidel oblouku.
96. Теоретические и замеренные силы ветровых связей арки.
96. Theoretical and measured forces of arch wind bracings.



97. Váhové obrazce předpjetého vazníku.
97. Весовые эпюры предварительно напряженных ферм.
97. Weight patterns of prestressed roof truss.

zkoumán případ, kdy všechny pruty jsou využity, i případ, kdy některé pruty jsou nevyužity (např. pás nosníku, který se z výrobních důvodů provádí průběžný), obojí při nepohyblivém zatížení, tj. stálém a nahodilém zatížení v nejučinnější kombinaci.

Dříve se tato úloha řešila porovnáním několika variant. Pruty se navrhovaly a předpětí se volilo zkusmo. Cílem bylo určit přímou metodu optimálního návrhu. V nejjednodušším případě konstrukce jednou staticky neurčitě, tedy s jedním předpínacím prutem, daného geometrického systému a pro jedinou rozhodující kombinaci zatížení jsou osově síly jejich prutů

$$N_i = N_{0i} + N_{1i} Z_{1i}$$

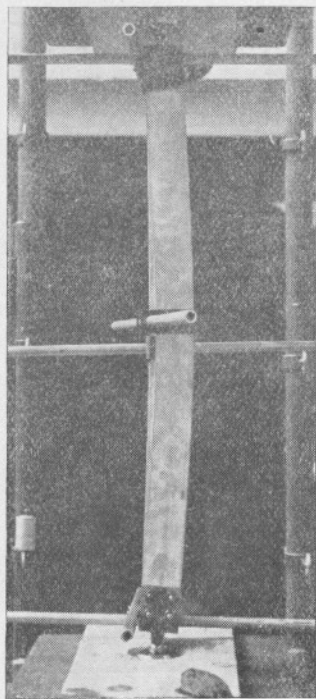
je-li N_{0i} síla staticky určité soustavy, N_{1i} síla od jednotkové síly předpínacího prutu a Z_{1i} síla v předpínacím prutu. Známe-li předem mezní napětí jednotlivých prutů, můžeme zřejmě z podmínky, aby váha konstrukce byla minimální, určit optimální velikost síly v předpínacím prutu Z_{1i}^{\min} a k ní příslušné osově síly všech prutů N_{1i}^{\min} . Jestliže nyní na tyto síly navrhujeme všechny pruty a z převrácené podmínky spočteme staticky neurčitou sílu v předpínacím prutu Z_{1i} , která je obecně různá od Z_{1i}^{\min} , pak zřejmě rozdíl $Z_{1i}^{\min} - Z_{1i}$ je nutné předpětí, které ve zvláštním případě může být i nulové.

Při složitějším předpínacím systému a několika rozhodujících kombinacích zatížení je řešení obtížnější, avšak téhož principu. Při jediné rozhodující kombinaci zatížení lze vyhovět předpětím

konstrukce zcela podmínce minimální váhy, při více kombinacích lze navrhnout konstrukci velmi blízkou teoreticky optimální.

K řešení problému užívá se konvexních váhových obrazců $G (Z_1, \dots, Z_n)$; pořadnice jejich nejnižšího vrcholu jsou hledány optimálními parametry Z_1^{\min} .

Teoretických výsledků této práce bude použito při návrhu nových příhradových konstrukcí pozemního stavitelství; očekává se úspora 10–25 % proti tradičním nepředpjatým typům.



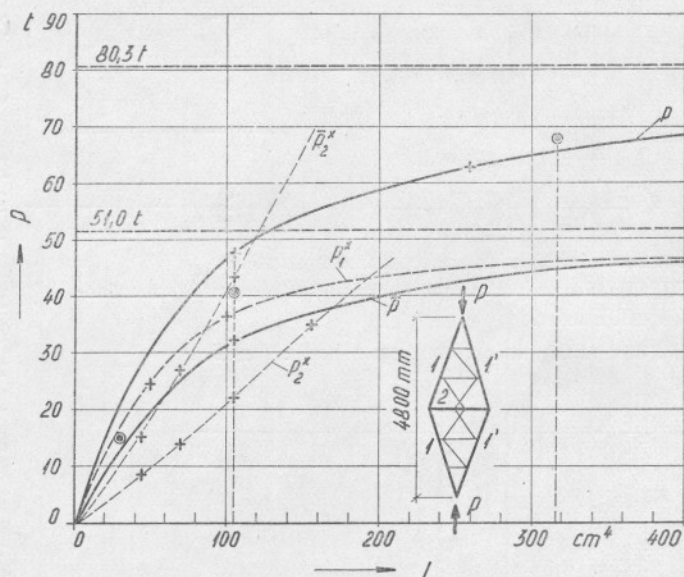
98. Zkouška duralového prutu excentricky zatíženého v rovině souměrnosti.

98. Испытания дюралевого стержня, нагруженного внецентрично в плоскости симметрии.

98. Test of duraluminum bar loaded eccentrically in the plane of symmetry.

2. Vzpěrná pevnost prutů, nosníků a stěn

Ta se stává tím více naléhavým problémem, čím silněji se prosazuje tendence užívat štíhlejších prutů se stále tenšími stěnami v moderních ocelových konstrukcích. Přitom klasické schéma ideálního



99. Teoretická a skutečná vzpěrná pevnost příhradových těles.

99. Теоретическая и действительная продольная прочность на изгиб решетчатых рам.

99. Theoretical and actual buckling strength of lattice bodies.

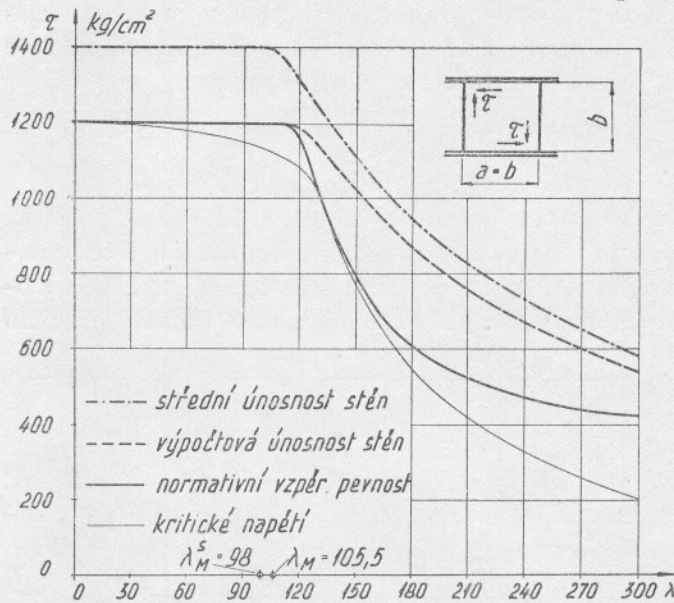
prutu, ideální konstrukce nebo ideální stěny, kde všude teoreticky nastává rozdělení rovnováhy (problém čisté stability), se jeví nedostatečným a je v malém souladu se zkouškami. Tato teorie, jejíž výsledky zůstávají platnou pomůckou, nebyla dále rozvíjena, ale všude se vyšlo ze schématu bližšího skutečnosti, tj. prutu, konstrukce nebo stěny s nevyhnutelnými odchylkami.

Vzpěrná pevnost prutů s počátečními odchylkami tvaru, struktury i počátečního stavu napjatosti (vlastní pnutí). Užili jsme téhož teoretického modelu jak pro rovinný vzpěr, kdy vybočení prutu nastává ohybem v jedné rovině, tak i pro prostorový vzpěr, kdy vybočení prutu nastává ohybem a kroucením současně.

Pro praxi bylo zvláště nutné odvodit zjednodušené řešení prostorového vzpěru centricky tlačných prutů běžných průřezů; užili jsme některých přibližných předpokladů o tvaru průřezu a vypracovali řadu grafů a tabulek k výpočtu kritické štíhlosti tenkostěnného prutu jednoose souměrného průřezu.

Na základě přesných Ježkových výsledků jsme odvodili grafy a přibližné vzorce pro součinitele

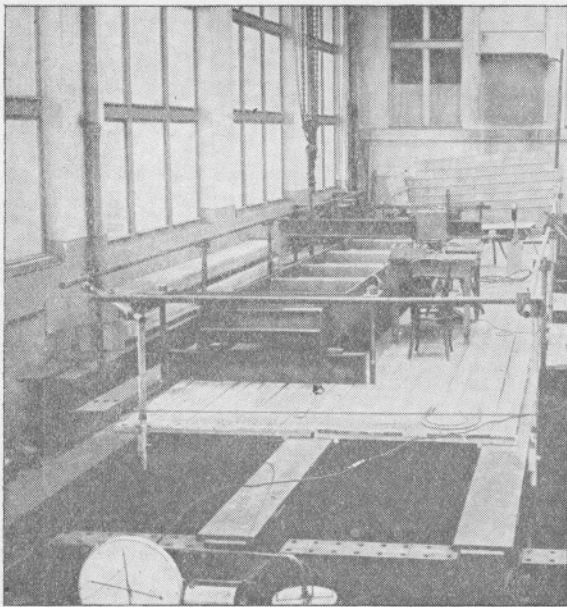
plastické rezervy excentricky tlačeno kloubově uloženého prutu. K řešení plastické rezervy částečně vetknutého prutu jsme použili pojmu vzpěrné délky v nepružném oboru, která je různá od vzpěrné délky plynoucí z klasického eulerovského problému. Mírou vetknutí v nepružném oboru vyjadřuje se buď snížení tuhosti prutu vytvořením plastických oblastí v něm, nebo snížení tuhosti upínajících prutů, pokud plastické oblasti vznikají ve vetknutí tlačeno prutu nebo skutečně v prutech upínajících, nebo konečně obojí současně.



100. Srovnání různých koncepcí únosnosti stěny.

100. Сравнение различных концепций несущей способности стенок.

100. Comparing various concepts of wall strength.



101. Zkoušky únosnosti stěn na velkých nosnicích.

101. Испытания несущей способности стенок на крупных балках.

101. Testing strength of walls on large beams.

Nově jsme řešili ztrátu stability - klopení ohýbaného nosníku ideálního i skutečného (s nevyhnutelnými odchylkami). Problém byl převeden na úlohu vzpěrné pevnosti fiktivního pásu, jehož štíhlost se násobí součinitelem (obvykle menším než jedna, výjimečně i větším než jedna) závislým na poloze a typu zatížení a tuhosti nosníku v kroucení.

Výsledky této práce byly uplatněny při návrhu nové čs. normy „Vzpěrná pevnost prutů, nosníků a prutových soustav“, který se právě projednává.

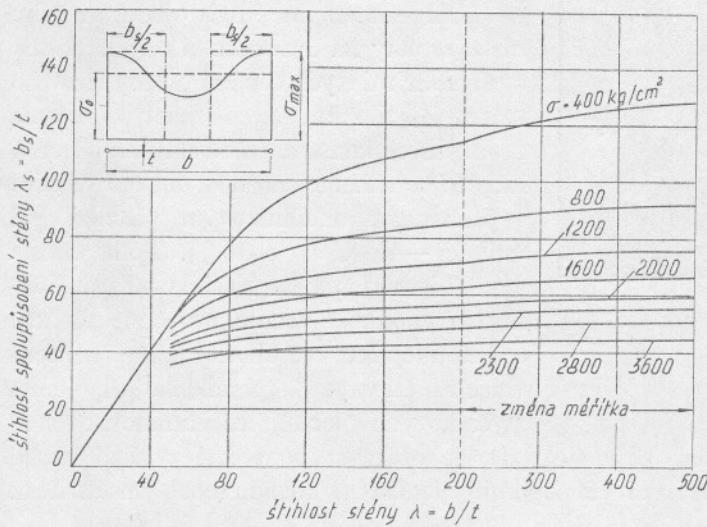
Stabilita rovinných prutových soustav s prostorově tuhými styčnicí při vybočení z jejich roviny byla sledována na zkušebních tělesech. Závislost velikosti kritických sil na tuhosti prutu 2 je v diagramu. Současně byla sledována změna úhlové rychlosti (vlastní frekvence) v závislosti na velikosti statických osových sil. Na malých zkušebních tělesech (jednoduchých rámech) byla sledována možnost ztráty dynamické stability při zatížení pulsujícími osovými silami.

Rovněž při řešení stability tenkých stěn ocelových nosníků jsme opustili koncepci kritických napětí a zaměřili se na vyšetřování stěn v pokritickém stadiu. Provedli jsme teoretické řešení za předpokladu konečných průhybů a uvažovali vliv membránových napětí. Mimo jiné byl zkoumán vliv počátečních odchylek na průhyby a napětí stěn, tvaru počátečního zakřivení a tuhosti okrajových prvků stěny - pásů a výztuh - na únosnost stěny.

Získaných výsledků bylo použito pro návrh nové čs. normy. V něm se doporučuje využít ve značné míře pokritické rezervy stěny; dosahuje se tím

velké úspory materiálu. V tom je nový návrh normy pokrokem proti našim starým předpisům i většině předpisů zahraničních.

V budoucnu bude zkoumán vliv jednotlivých složek napjatosti (primárních, ohybových a membránových) na únosnost stěny a její porušení; chceme určit mezní stav stěny různě namáhané a různě uložené po okraji. Budeme rovněž vyšetřovat vliv vyboulení stěny na únosnost celého nosníku jako soustavy stěn.



102. Spolupůsobící šířka tenké stěny za studena tvarovaných průřezů.

102. Приведенные ширины тонкой стенки гнутых профилей.

102. Effective width of thin wall of cold-formed sections.

tábora: ústavem CNIISK Akademie stavebnictví a architektury v Moskvě, Patonovým ústavem Akademie věd USSR v Kyjevě a Bauakademie v Berlíně.

Řešíme některé statické problémy těchto konstrukcí. Protože únosnost tenkostěnných prutů za studena tvarovaných je dána stabilitou jejich tenkých stěn, zabývali jsme se především zjišťováním spolupůsobící šířky.

Kromě teoretických řešení byla provedena rovněž první část zkoušek tenkostěnných nosníků, jejichž cílem je zjistit vliv tuhosti výztužné rýhy na velikost spolupůsobící šířky tlačného pásu a vliv přetvoření průřezu na únosnost.

Budou se zkoumat i jiné problémy, např. vliv zpevnění materiálu od tváření za studena a vliv lokálního vyboulení stěny průřezu.

Práce na tomto úkolu má končit vypracováním návrhu čs. normy pro pruty tvářené za studena.

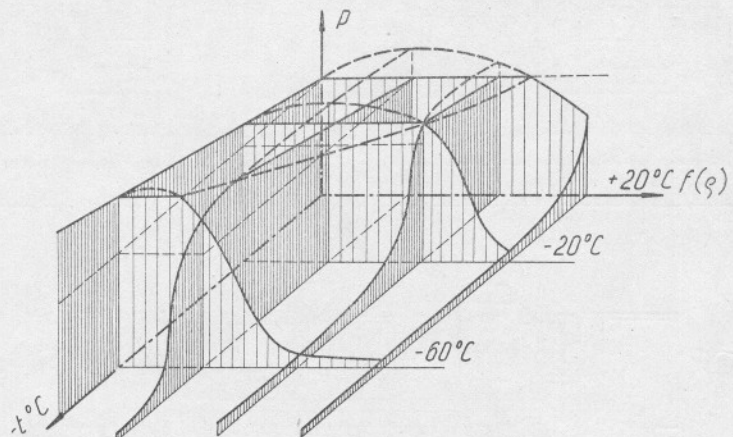
3. Lom konstrukčních ocelí

Tvarová pevnost - křehký lom. V ocelových svařovaných konstrukcích dochází někdy k náhlému jejich porušení bez větších plastických

Bylo zahájeno experimentální řešení všech těchto problémů, a to velkou sérií zkoušek na třech nosnících ve skutečné velikosti, rozpětí 10,50 m, výšky 1,0 a 1,2 m; zkušební nosníky mají pásy a výztuhy obvykle ploché nebo duté, uzavřeného průřezu.

Tenkostěnné pruty tvarované za studena znamenají značnou úsporu oceli i finančních nákladů a jsou jedním z nejmodernějších směrů ocelového stavitelství. Toto téma bylo proto zařazeno mezi hlavní úkoly Rady vzájemné hospodářské pomoci na úseku stavebnictví.

Spolupracujeme při jeho řešení s jinými ústavy zemí socialistického



103. Závislost únosnosti tělesa na vrubu a teplotě.

103. Зависимость несущей способности тела от надреза и температуры.

103. Dependence of strength of specimen on notch and temperature.



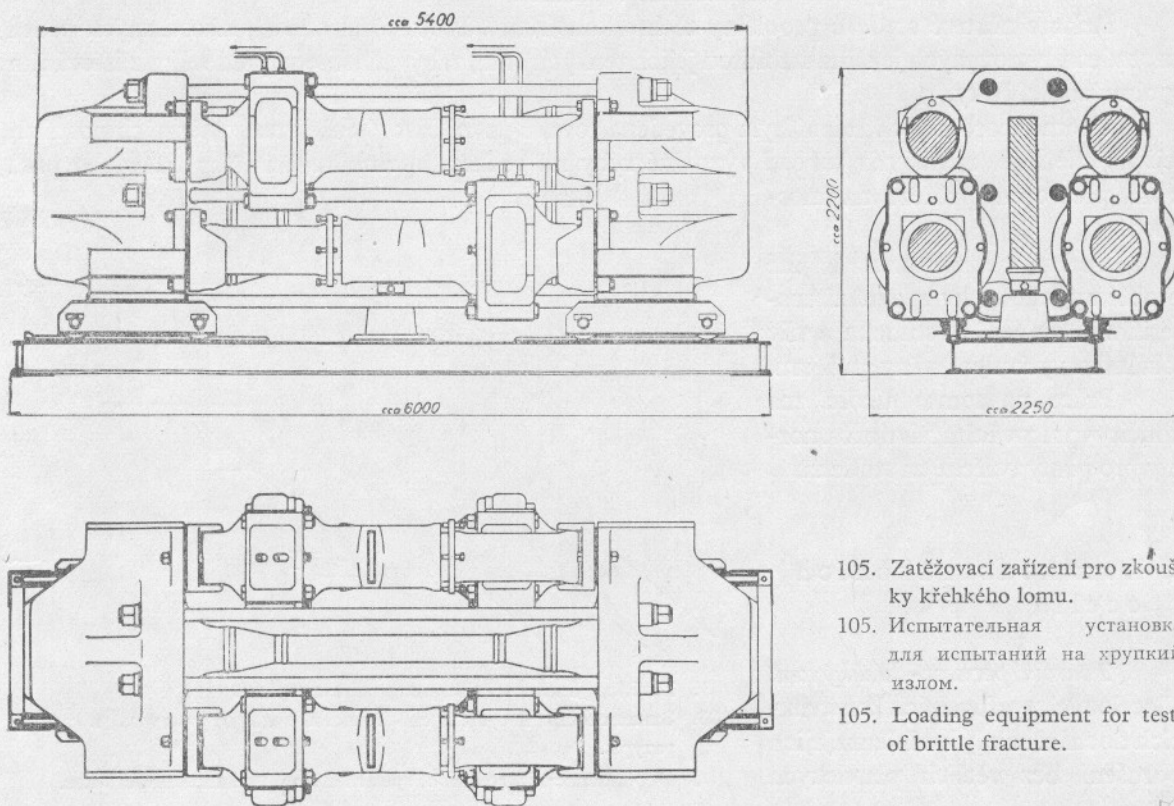
104. Zlomené zkušební nosníky.
104. Разломленные испытательные балки.
104. Fractured test beams.

přetvoření, které znamená mnohdy i jejich úplné zničení. Abychom tomuto nebezpečí předešli, zabýváme se i otázkami křehkého lomu, vzniku trhliny a nutných podmínek jejího šíření.

Experimentálně byl sledován vliv nízké teploty na únosnost tažených pásnic s přivařenými styčnickovými plechy různého tvaru. Zjistilo se, že u tažených pásnic z obvyklých konstrukčních stavebních ocelí řady 37 se snižuje únosnost tažené pásnice s přivařeným obdélníkovým plechem při teplotě -40°C asi o 30 %. Podle místa vzniku lomu je možné klasifikovat použitelnost a vhodnost detailu pro dané zatížení a danou teplotu. Nepříznivý účinek koncentrace napětí ve vrubu, vzniklého připojením styčnickových plechů, lze eliminovat tepelným předpětím vrubu, které záleží v tom, že místo, kde lze očekávat podstatné zvýšení napětí v tahu (tedy v koncentrátoru), předepne se tlakovým napětím, vyvolaným umělým tepelným zásahem.

Podobně byly zkušeny také nosníky.

Kromě vlivu napjatosti, nízké teploty a rychlosti namáhání popříp. deformace se přihlíží i k faktoru velikosti. Navrhli jsme proto ideově zatěžovací zařízení na 8000 t a sledujeme jeho konstrukci a výrobu v Závodech V. I. Lenina v Plzni. Zařízení bude v provozu v r. 1961. Bude možno experimentálně sledovat a ověřit teorii kinetiky křehkého lomu na rozměrných zkušebních tělesech. Zkušební program je rozsáhlý a nákladný a svým významem přesahuje rámec ČSSR. Podílejí se na



105. Zatěžovací zařízení pro zkoušky křehkého lomu.
105. Испытательная установка для испытаний на хрупкий излом.
105. Loading equipment for tests of brittle fracture.

něm proto i jiné zahraniční ústavy: Institut mašinovedenijs AV SSSR v Moskvě, Institut elektrosvarki im. Patona AV USSR v Kyjevě a další sovětské i naše rezortní ústavy. Výsledků výzkumu se použije při návrhu a posouzení konstrukce první československé jaderné elektrárny a dalších konstrukcí mimořádných rozměrů.

Únava svařovaných šroubovaných spojů. Vládním nařízením o rozvoji ocelových konstrukcí byla našemu ústavu uložena řídicí funkce v rámci ČSSR v teorii, výzkumu a normalizační činnosti týkající se únavy ocelových konstrukcí (jde vlastně o svařované spoje a spoje s předpjatými šrouby).

V tomto velmi důležitém problému se soustředujeme na tyto dílčí otázky:

1. určit součinitele koncentrace napětí od technologického nebo tvarového vrubu pro pevnost při únavě;
2. zjistit, jaké zmírnění přináší okolnost, že režim zatížení skutečných konstrukcí je nestacionární;
3. odstupňovat součinitele, které vyjadřují snížení pevnosti při namáhání na únavu podle počtu cyklů zatížení, který na daný prvek v konstrukci skutečně připadá (klasifikace jednotlivých částí konstrukce podle časové meze při namáhání na únavu).

Sypké a soudržné zeminy

Činnost oddělení je zaměřena do čtyř směrů:

1. otázky fyzikálně chemického spolupůsobení pevné a kapalné fáze soudržných zemin,
2. mezní zatížení základové půdy,
3. smyková pevnost zemin a hornin,
4. napjatost zemních těles z hlediska stability.

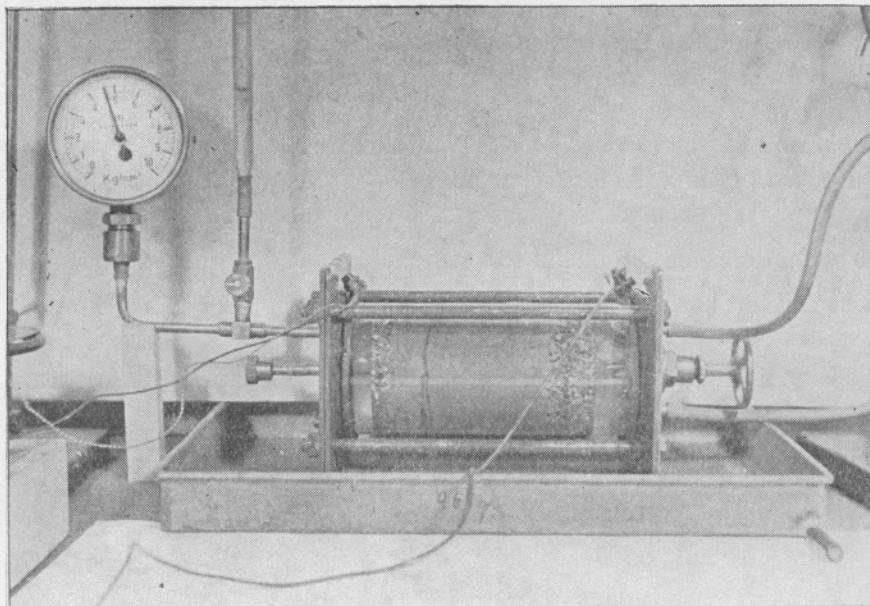
1. Fyzikálně chemické spolupůsobení pevné a kapalné fáze soudržných zemin

Otázky fyzikálně chemického spolupůsobení pevné a kapalné fáze zemin byly z počátku sledovány na výzkumu elektroosmosy, započatém v r. 1954, který vedl k řadě nových poznatků. Ukázal existenci zbytkového napětí, které snižuje napětí vnějšího zdroje na tzv. aktivní napětí, a souvislost sil kataforetických a elektroosmotických. Došlo se k závěru, že kataforetické síly nelze posuzovat odděleně od sil elektroosmotických a že dvojice těchto sil mají povahu akce a reakce.

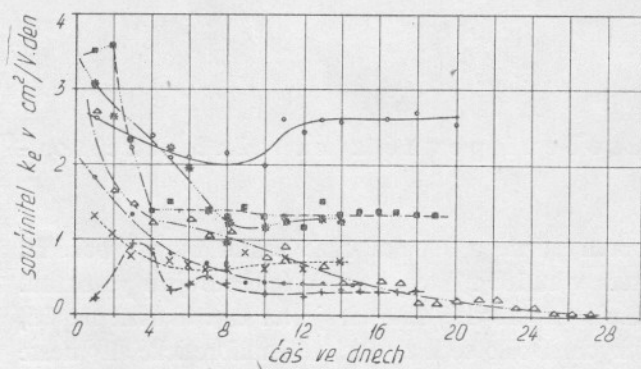
Výzkum sledující proudění vody zeminami za současného působení elektroosmotického a hydraulického spádu naznačil, že sčítání obou rychlostí lze připustit jen u málo propustných až nepropustných zemin. V zeminách propustnějších dochází k dvojímu proudění vody, a to středem pórů a při povrchu zrn.

Pozorované elektroosmotické jevy vyžadovaly obecnější teoretickou koncepci. Přitom bylo zřejmé, že důsledky takové koncepce přesahují svým významem otázku elektroosmosy a vedou k řešení problémů, jako jsou fyzikální a mechanické vlastnosti zemin, hlavně soudržných, podmíněné fyzikálně chemickými procesy, vyvolanými spolupůsobením pevné a kapalné fáze zemin.

Teoreticky byly studovány složité poměry napjatosti i v kapalné fázi v blízkosti iontů a povrchů pevné fáze. Tyto úvahy umožnily zabývat se blíže otázkou struktury soudržných zemin, především jílu, a ukázat, jak významně může ovlivnit mechanické vlastnosti zemin, jako např. jejich pevnost ve smyku.

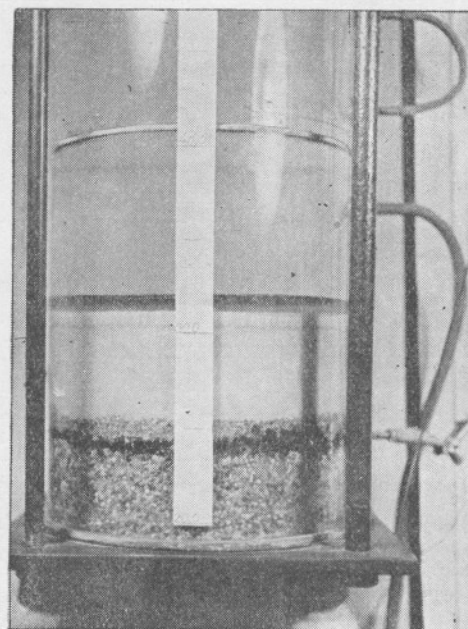


106. Elektroosmometr. Zkouška kaolinického jílu.
 106. Электроосмотический прибор. Испытание каолиновой глины.
 106. Electroosmometre. Test of kaolinic clay.



- — jemný kaolinický písek ze Žatce
- + - - - - - sprašová hlína z Dejvic
- - - - - - sprašová hlína z Černého Vola
- x slín z Poříčan
- △ - - - - - jíl z Brníka u Kastelce n Č. Lesy
- - - - - - jíl z Mostu z nadloží uhelné sloje
- - - - - - jíl ze Sokolova ze souvrství cyprisové sádky

107. Závislost součinitele elektroosmotické propustnosti na čase.
 107. Зависимость коэффициента электроосмотической фильтрации от времени.
 107. Time dependence of coefficient of electroosmotic permeability.

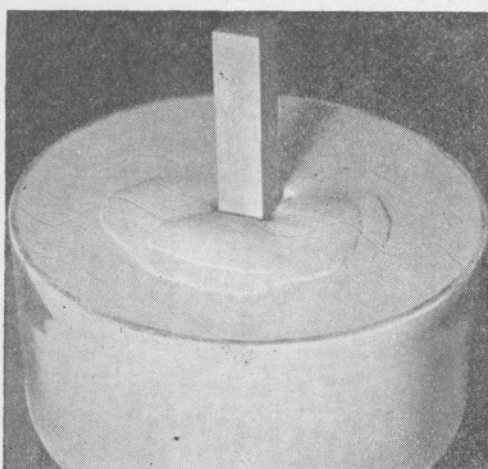


108. Elektroosmotické a hydraulické proudění vody v kaolinickém písku.
 108. Электроосмотическая и гидравлическая фильтрация воды в песках с примесью каолина.
 108. Electroosmotic and hydraulic flow of water in kaolinic sand.

2. Mezní zatížení základové půdy

Podkladem studia této otázky byly rozsáhlé laboratorní zatěžovací zkoušky, které sledovaly mezní zatížení plošek o šířce několika centimetrů a poměru šířky k délce 1 : 1 až 1 : 6 na podloží tvořeném čtyřmi druhy písků, od práškovitého až po hrubý, při jeho různé relativní ulehlosti. Zatěžování probíhalo na povrchu i v hloubce, až do 2,5násobku šířky základu.

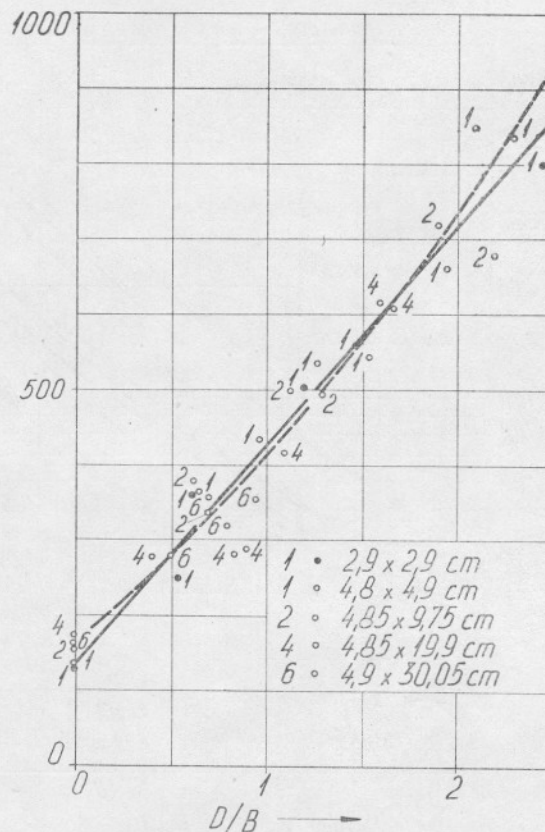
Zvláštní pozornost byla věnována studiu fyzikálních procesů v podzákladí při zatěžování a zvláště vytváření smykových ploch. K tomu účelu byla rozpracována penetrační metoda na statistickém základě. Ukázalo se, že tvar smykové plochy je závislý na velikosti mezního zatížení a že smyková plocha se od začátku zatěžování tvoří v přibližně afinním tvaru.



109. Porušení podloží (ulehlý písek) při mezním zatížení.

109. Разрушение основания (плотный песок) при предельной нагрузке.

109. Failure of subsoil (dense sand) under limit load.



110. Závislost mezního zatížení základů na hloubce založení.

110. Зависимость предельного давления на основание от глубины заложения.

110. Relation between limit load and depth of foundation.

Rozbor dosavadních způsobů výpočtu vedl k závěru, že žádný z nich nevystihuje tuto fyzikální stránku zaboření.

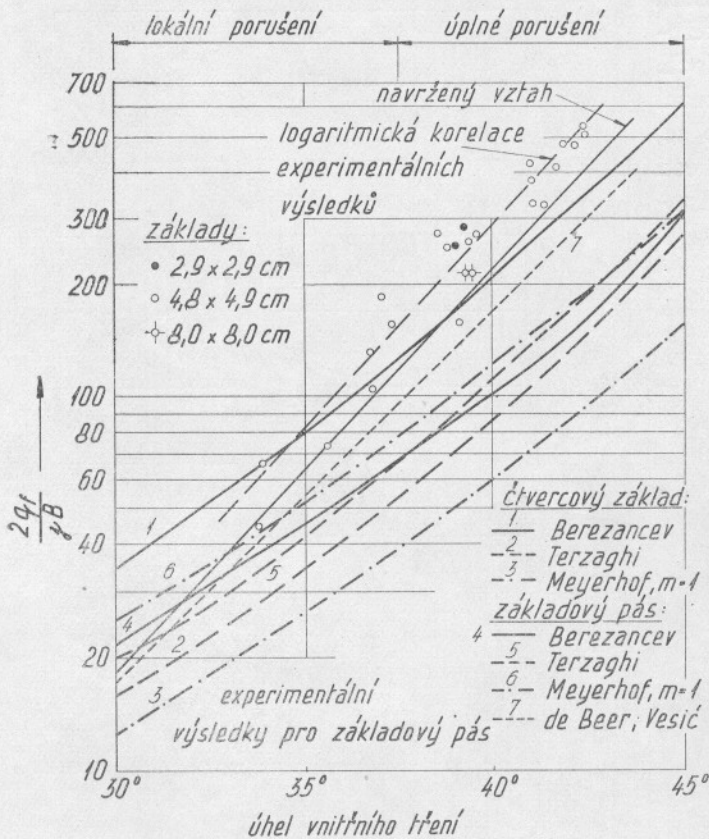
Kvantitativní rozbor ukázal velmi dobrou shodu s řešením podle Berezanceva a dosti dobrou shodu s rovnicí Meyerhofa a Terzaghiho. V únosnosti čtverce a pásu nebyl podstatný rozdíl, stejně jako v únosnosti základů s různě drsnou základovou plochou.

Důležité je, s jakou přesností lze určit úhel vnitřního tření v podzákladí. Tato přesnost asi nebude větší než $1\frac{1}{2}^\circ$, což však vede ve výpočtu únosnosti až k 50% odchylkám.

Při statických zatěžovacích zkouškách bylo také analysováno sednutí zkušebních základů za různě velkého zatížení. V daných podmínkách se ukázal jako nejvhodnější výpočet podle rovnice Terzaghiho-Buismana a podle teorie nehomogenního poloprostoru. V otázce sedání je třeba samozřejmě klást velký důraz na polní měření, k jejichž zavedení byla vyvinuta velká iniciativa. Teprve pak bude možno spolehlivě přejít na stanovení dovoleného zatížení základové půdy podle mezního stavu zatížení a deformace základové půdy.

3. Smyková pevnost zemin a hornin

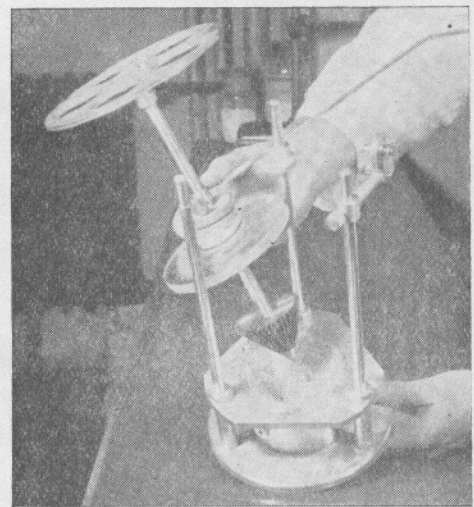
Smyková pevnost zemin je určována v laboratoři na různých typech přístrojů (trojosý přístroj, smyková krabice, torsní smykový přístroj typu Hvorsleva, rotační smykový přístroj typu Höpplerova viskosimetru vlastní konstrukce).



111. Závislost mezního zatížení na úhlu vnitřního tření sypkého podzákladí.
 111. Зависимость предельного давления на основание от угла внутреннего трения сыпучего основания.
 111. Dependence of limit load on angle of internal friction of loose subsoil.

U písků byla v prvním přiblížení stanovena přímková závislost úhlu vnitřního tření na počáteční pórovitosti. Ukázalo se, že rozptýl zkoušek ve smykové krabici je podstatně větší než v trojosém přístroji (v prvním případě asi $2\frac{1}{2}^\circ$, v druhém $1\frac{1}{2}^\circ$).

Podrobný rozbor výsledků zkoušek v trojosém a v krabicovém při-



112. Rotační kuželový viskosimetr.
 112. Ротационный конический вискозиметр.
 112. Rotary conical viscosimeter.

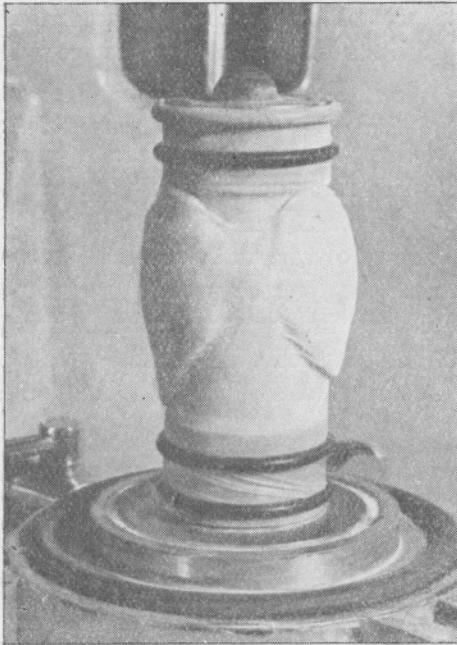
stroji ukázal modelový charakter obou zkoušek. Ten se projevuje tím, že jejich výsledky nelze se stejným úspěchem aplikovat na různé stabilitní problémy nezávisle na jejich okrajových podmínkách.

Rozbor kritické vlhkosti, založený na analýze smykové pevnosti plochých válečků z jílu, ukázal, že zkoušené zeminy lze charakterizovat rheologicky jako Binghamovy látky, popřípadě jako složené látky Kelvin-Binghamovy.

Vzájemné vztahy napjatosti pevné a kapalné fáze byly studovány na trojosém přístroji s eliminačním měřidlem pórových tlaků. Dosavadní výsledky vedly k nahrazení Skemptonových koeficientů A a B funkcemi, v nichž se objevuje tzv. koeficient objemové deformace zeminy, zjištěný oedometrickou zkouškou.

4. Napjatost zemních těles z hlediska stability

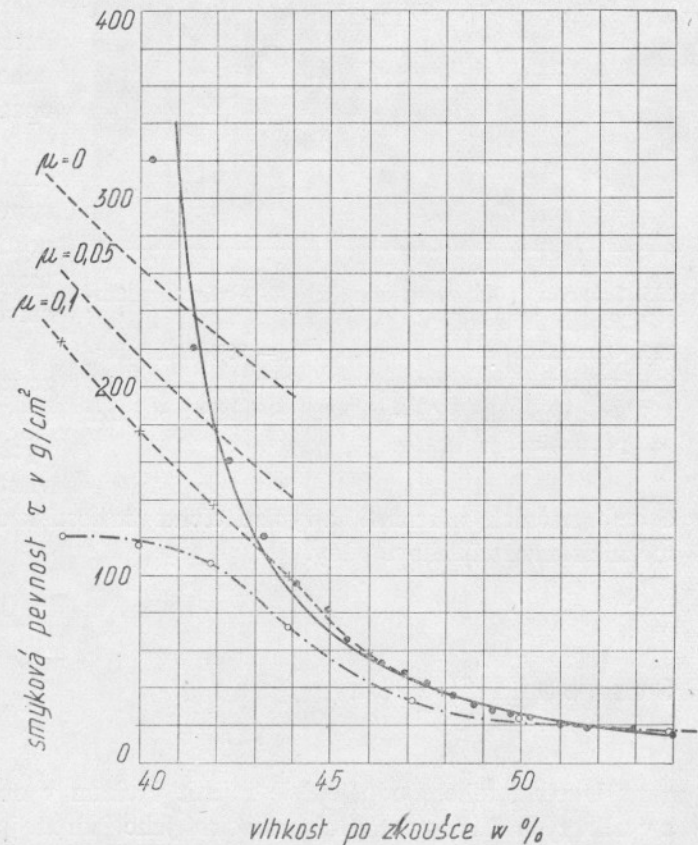
Význačnou část prací v tomto směru představuje výzkum tekutého písku. Byla prováděna měření neutrálního napětí v písku umístěném pod vodou ve válci, na nějž působily otřesy v různých směrech. Ve zkušebních žlabech byla zkoušena stabilita svahu z písku, proudí-li jím voda. Zjistilo se, že ke ztekucení dochází, klesne-li efektivní napětí na nulu. K tomu může dojít jednak prosakováním vody proti



113. Typické porušení vzorku ulehleho písku v trojosém přístroji.

113. Типичное разрушение образца плотного песка в трехосном приборе.

113. Typical failure of sample of dense sand in tri-axial instrument.



114. Závislost smykové pevnosti jílu na jeho vlhkosti.

114. Зависимость сопротивления сдвигу глины от ее влажности.

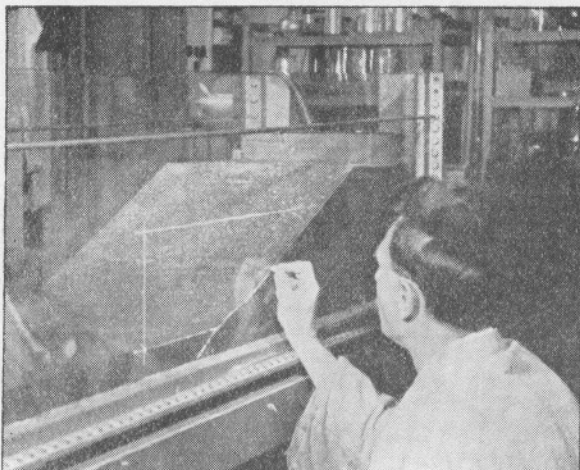
114. Relation of shear strength of clay and its moisture.

směru tíže, převezme-li proudový tlak napětí od vlastní váhy písku, tj. když je překročen kritický spád, jednak při zhutňování kyprého písku pod vodou otřesy nebo chvěním.

Naopak za tekutý nelze považovat písek na svahu, kterým prosakuje voda, neboť efektivní napětí v něm zpravidla neklesne na nulu, vyjma při sedimentaci odplaveného písku.

Další výzkum v tomto směru vedl ke kritickému zkoumání stabilitních řešení svahů zemních hrází. Jinými cestami se došlo k obdobnému výsledku, jakého dosáhl A. V. Bishop. Závěrem bylo stanoveno, že pro teoreticky okamžitý pokles hladiny vody v nádrži, při čemž je těsnicí vrstva zeminy zcela nasycena vodou, stačí stupeň stability 1,1 až 1.

Výsledky některých našich výzkumných prací byly již úspěšně aplikovány v praxi. Stanovení dovoleného zatížení základové půdy na základě mezního stavu zatížení vedlo např. ke zvýšení dovoleného zatížení ze 4,8 kg/cm² na 20 kg/cm² na staveništi v Mostecké ulici v Praze, k dovolenému zatížení pilot Benoto na staveništi nové techniky v Praze-Dejvicích 20 kg/cm², k podstatnému zvýšení dovoleného zatížení sypkých zemin v ČSN 731820 aj. Zvýšení dovoleného zatížení umožňuje uplatnit ekonomičtější způsoby zakládání staveb.



115. Sesouvání pískového svahu ($\alpha = 23^\circ$) vlivem průsakového tlaku vody.
115. Оползание песчаного откоса ($\alpha = 23^\circ$) под влиянием давления фильтрующей воды.
115. Sand slope failure ($\alpha = 23^\circ$) due to pressure of water permeation.

a deformačních vlastností, a využití těchto znalostí k dimensování základových konstrukcí podle mezních stavů základové půdy.

Výzkum pórového tlaku ukázal, že pokud zemina není plně nasycena, jsou pórové tlaky malé. V tomto stavu není tedy třeba se obávat nebezpečí porušení stability zemních hrází, násypů apod., což má značný ekonomický význam.

Úplné teoretické zvládnutí vlastností tekutého písku uspokojivě vysvětlilo příčinu řady nehod a poruch na stavbách a vedlo k návrhu opatření, zabraňujících těmto poruchám.

Dalším směrem práce je výzkum mechanických vlastností zemín jako vícefázových systémů, řešení problémů spojených s únosností a deformacemi základové půdy a vyšetřování stability, pevnosti a deformací zemních staveb, zejména zemních a kamenitých hrází.

Smyslem těchto prací je vytvoření teoretického obrazu o vzájemném působení jednotlivých fází zeminy, včetně procesů mezifázových, správná interpretace mechanických vlastností zemín, především jejich pevnosti

Stavební fyzika

Úkolem tohoto oddělení je zajistit výzkum v oboru stavební dynamiky, měřicích metod a v některých dalších speciálních úsecích. Jeho jádrem je skupina pracovníků z oboru stavebního, strojního a elektrotechnického. Takový komplexní kolektiv je schopen řešit speciální úkoly některých okrajových otázek hlavních vědních oborů ústavu.

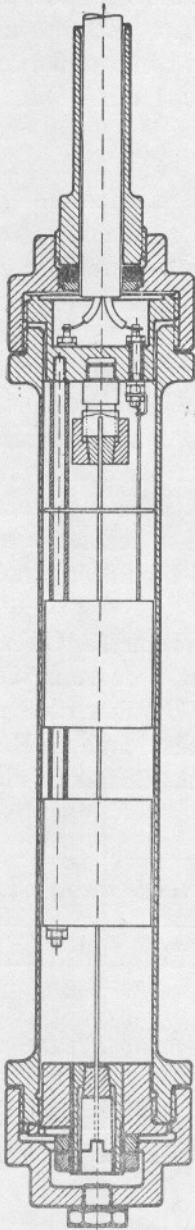
1. Měřicí metody

Naprostý nedostatek vhodných moderních měřicích přístrojů pro potřeby stavebního výzkumu, zvláště citelný v prvních poválečných letech po roce 1945, vedl k tomu, že jsme na počátku zaměřili svoji práci na konstrukci spolehlivých měřicích přístrojů, zvláště tensometrů. Šlo jednak o *tensometry strunové* pracující na principu kmitající ocelové struny, jednak o *pneumatické tensometry*. Konstrukce i vlastní provedení tensometrů, ve kterých bylo použito prvků v dosavadní praxi tensometrů nových, se plně osvědčily.

Strunové tensometry. Při vlastní konstrukci strunových tensometrů a jim příbuzných strunových teploměrů byla zvolena metoda netlumeného kmitání měrné i snímací struny na rozdíl od běžně v zahraničí používané metody tlumeného kmitání. Metoda netlumeného kmitání umožňuje širší praktické využití strunových tensometrů.

Při konstrukci odečítací aparatury strunových tensometrů byla vypracována na novém principu i výhodná odečítací metoda. Kdežto známé metody běžně ve světě používané pracují na přímém srovnávání kmitočtů dvou strun, měrné a srovnávací, nová metoda, zvaná rezonanční, využívá prin-

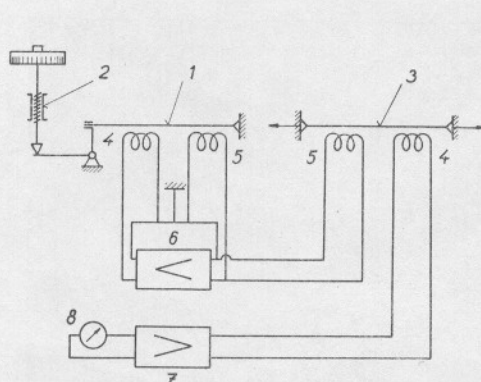
cipu maximální amplitudy srovnávací struny při dosažení jejího stejného kmitočtu s kmitočtem struny měrné. Teoreticky i prakticky bylo dokázáno, že přesnost měření kmitočtu touto metodou je 0,1—0,05 c/s, takže plně vyhovuje nárokům na provádění přesných měření. Hlavní její předností je to, že odečítací aparatury elektronkové i transistorové lze napájet z baterií, což je výhodné v polních podmínkách měření na staveništích.



117. Přehradnístrunový tenzometr.

117. Плотинный струнный тензометрический датчик.

117. Sonic (vibrating wire) strain gage for dams.



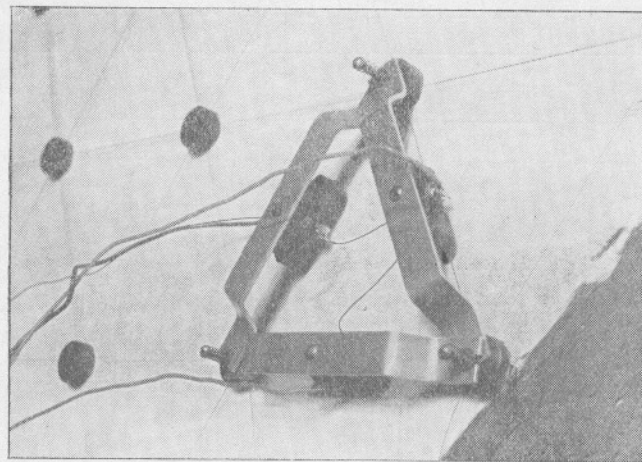
116. Schéma rezonanční aparatury.

116. Схема резонансной аппаратуры.

116. Schematic diagram of resonance apparatus.

Pro potřebu našich vodních děl byly vypracovány na tomto principu prototypy tensometrů a teploměrů pro měření v betonovém přehradním tělese. Hromadnou výrobu těchto tensometrů převzal n. p. Metra, Praha. Mnoholeté zkušenosti z několika set instalovaných přístrojů na různých dílech v ČSSR ukázaly spolehlivost těchto přístrojů i jejich vhodnost pro žádané účely. Tyto tensometry získaly na Světové výstavě 1958 v Bruselu Grand Prix.

Strunové metody bylo dále použito v tzv. měrné síti pro stanovení rovinné napjatosti na modelech a na zkoumaných stavebních prvcích. Struny jsou na tělesech napjaty křížem přes sebe ve třech směrech. V bodech křížení jsou struny upevněny speciálními upínacími terči. Kmitočty jednotlivých strun, závislé na počátečním napětí struny i na deformaci měřeného



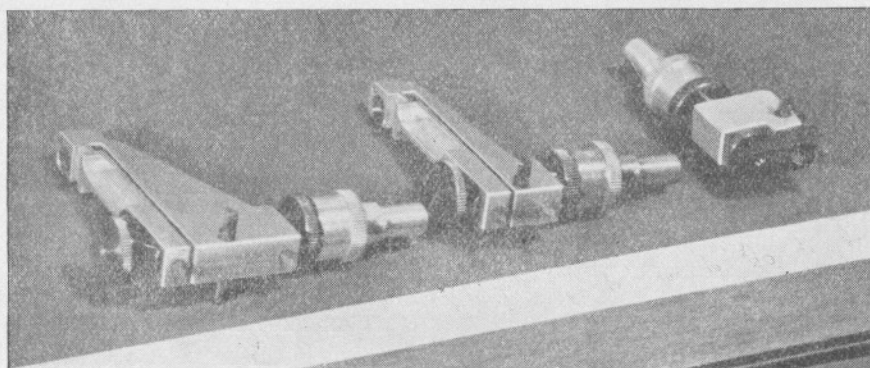
118. Využití strunové metody k měření v trojúhelníkové síti.

118. Использование струнного метода для измерений в треугольной сети.

118. Application of vibrating wire method to measurements in triangular network.

tělesa, jsou snímány elektromagneticky a rozdíly kmitočtů při různých stupních zatížení jsou měřeny universální odečítací strunovou aparaturou ÚTAM. Touto úpravou je možno velmi levně provádět

měření na mnoha desítkách tensometrů, a to s chybou $\delta_\varepsilon = 10^{-5}$. Vyhodnocení měření celé sítě tensometrů metodou Mohrových kružnic umožňuje stanovit velikost i směr hlavních napětí v libovolném bodě měřeného rovinného elementu. Výhoda sítové metody je zvláště patrná při měřeních, která jinak vyžadují značná množství tensometrů. Je velmi vhodná pro systematické zpracování



119. Pneumatické tensometry s odměrnou délkou 20, 10 a 5 mm.

119. Пневматические тензометрические датчики с мерной длиной 20, 10 и 5 мм.

119. Pneumatic strain gages with 20, 10 and 5 mm gage-length.

výsledků a úplnou automatizaci vlastního měření i zpracování naměřených hodnot. Nutnost takové úplné automatizace se ukázala především při tensometrických měřeních v betonových přehradách. Základní práce provedené v posledních letech prokázaly možnost využít strunových tensometrů i pro dynamická měření na stavebních konstrukcích. V přítomné době se dokončuje pro-

totyp takové dvoukanálové dynamické aparatury, která na principu frekvenční modulace umožní měřit dynamický průběh napětí do kmitočtu 70 c/s.

Pneumatické tensometry. V konstrukci pneumatických tensometrů ÚTAM, které jsou vhodné hlavně pro měření na malých modelech, byl odstraněn vážný nedostatek všech dosud používaných tensometrů. Byla prakticky odstraněna tangenciální síla, kterou tensometry obvyklé konstrukce zatěžují měřený model v místě měření a způsobují tím značné chyby měření. Tato tensometrická pneumatická metoda umožňuje značnou citlivost měření. Charakteristické hodnoty pneumatických tensometrů ÚTAM jsou sestaveny v této tabulce:

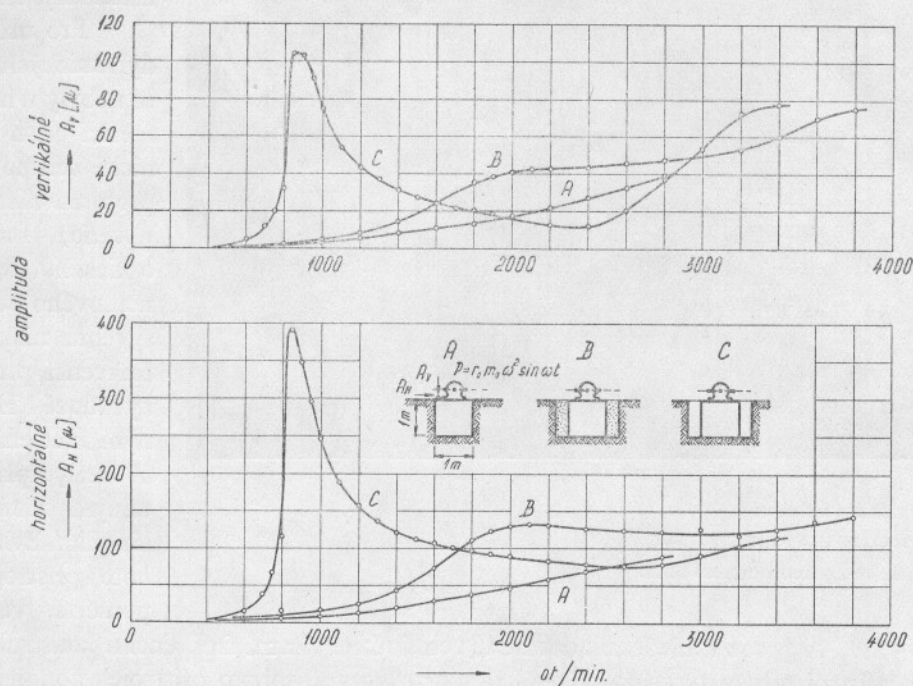
Odměrná délka	Max. zvětšení	Citlivost $\Delta\varepsilon/\Delta l$	Rozsah měření Δl	Pravděpodobná chyba
mm	mm/mm	1/m	$\delta\varepsilon$	$\delta \Delta l$
20	20 000	$2,5 \cdot 10^{-6}$	50 μ	$3 \cdot 10^{-6}$ 0,06 μ
10	40 000	$2,5 \cdot 10^{-6}$	25 μ	$3 \cdot 10^{-6}$ 0,03 μ
5	100 000	$2,5 \cdot 10^{-6}$	10 μ	$6 \cdot 10^{-6}$ 0,03 μ

Série těchto pneumatických tensometrů byla vyrobena pro vlastní potřebu a jedná se o zavedení jejich sériové výroby v ČSSR. Mnoho zahraničních odborníků, kteří navštívili naše pracoviště, projevílo značný zájem o tyto naše přístroje.

2. Stavebná dynamika

V otázkách dynamiky stavebních konstrukcí navázali pracovníci fyzikálního oddělení ÚTAM na starší tradici pracoviště. V celé řadě praktických otázek tohoto odvětví bylo pokračováno v přímé pomoci praxi při řešení naléhavých problémů provozních. Byly to v první řadě otázky dynamiky základů pod turbosoustrojím v elektrárnách a jiných závodech. Na tomto úseku byla postupně propracována nová experimentální metoda, která umožnila v celé řadě případů objasnit příčiny neuspokojivého stavu provozu nebo neuspokojivého dynamického chování konstrukce a umožnila

navrhnout účinná a přitom ekonomická opatření k jejich nápravě. Vypracovanou metodou měření za současného vyšetřování fázových poměrů je možno stanovit skutečný tvar kmitání základu i soustrojí za provozních podmínek, určit rozhodující vlastní tvary kmitání soustavy a na základě rozboru měřených hodnot potom analyzovat příčiny neuspokojivého provozního stavu a rozhodnout,



120. Vliv utěsnění bloků na dynamické vlastnosti blokového základu.

120. Влияние уплотнений блоков на динамические свойства блочного основания.

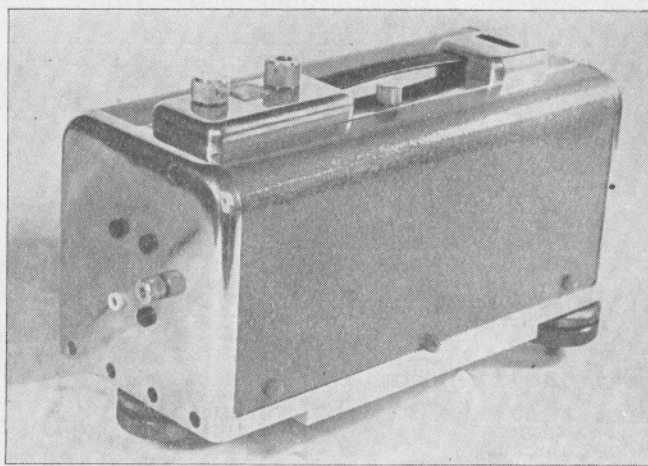
120. Effect of block sealing on dynamic properties of block foundation.

zdali jeho příčinou jsou nadměrné budící síly anebo nevhodné dynamické vlastnosti soustavy jako celku nebo některé z jejich částí.

Na tomto úseku práce řešili pracovníci oddělení závažné otázky nejen v ČSSR, ale i v cizině, jako Polsku, NDR a Maďarsku.

Souběžně s touto praktickou činností postupuje i práce teoretická. Komplexní rozbor dynamického chování stavebních konstrukcí ukázaly, že je třeba podrobněji studovat dynamické vlastnosti podloží základů i konstrukcí. Podloží je nejen naprosto neoddelitelnou součástí dynamicky vyšetřované konstrukce, ale je i prostředím, které přenáší dynamické účinky ze zdroje, umístěného v konstrukci, do okolí i do okolních konstrukcí.

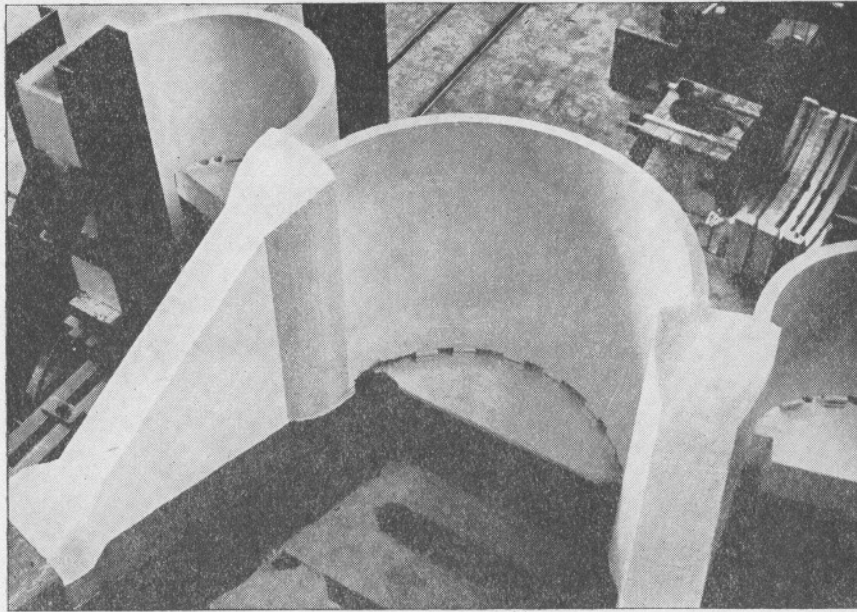
Teoretické i experimentální práce se zabývaly některými rozhodujícími dynamickými charakteristikami podloží a základu, jako je nelineárnost, vliv této nelineárnosti na kmitání základu, pružné, setrvačné a tlumící charakteristiky podloží jako



121. Mechanicko-optický vibrograf.

121. Механическо-оптический вибратор.

121. Mechanico-optical vibrograph.



122. Model tříklenbové hráze.
 122. Модель трехсводчатой плотины.
 122. Model of three-arched buttress dam.

funkce rozměrů základů strojů a konstrukcí, vliv jejich uložení v různé hloubce a při různém utěsnění jejich boků.

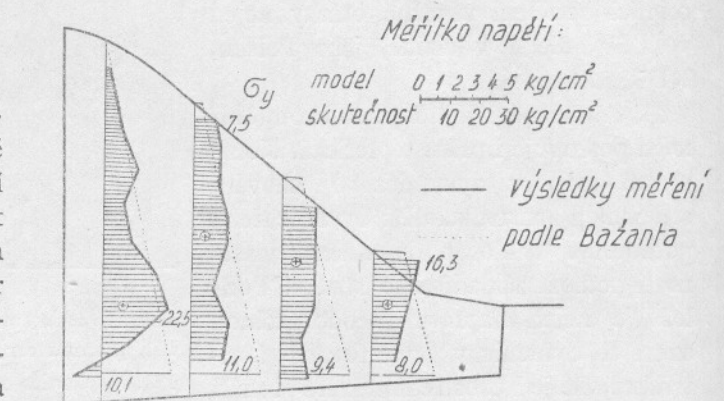
Pro určité druhy dynamických namáhání nebyly u nás vhodné měřicí přístroje - technické seismografy. Byl proto navržen prototyp nového, mechanicko-optického dvoukomponentového seismografu s velmi nízkou vlastní frekvencí, pro obě složky řádově 1 Hz a s vhodným zvětšením, řádově 100krát, s přímým světelným záznamem na kinofilm. Zvláštností tohoto přístroje je jeho poměrně velmi nízká

vlastní váha - asi 14 kg, což vzhledem k dosažené velmi nízké vlastní frekvenci a konstrukci znamená ojedinělý přístroj tohoto typu na světě. Jeden z prototypů tohoto přístroje vzbudil na výstavě „Československo 1960“ v Moskvě a v Kyjevě značnou pozornost. Somet n. p. vyrobí celou sérii těchto měřicích přístrojů.

Poznatky z praxe ukázaly, že dosavadní dynamické výpočty nevystihují plně skutečnost. Bylo proto započato s rozsáhlou teoretickou i experimentální prací, jejímž účelem je vybudovat vhodnou experimentální modelovou dynamickou metodu, která by účinně doplnila teoretický dynamický výpočet stavební konstrukce. Teoretický rozbor provedený jako první část této rozsáhlé práce ukázal, že je možné uskutečnit poměrně výhodnou nepřímou modelovou metodu, a dal i nutné podklady pro konstrukci vyhovujícího experimentálního zařízení.

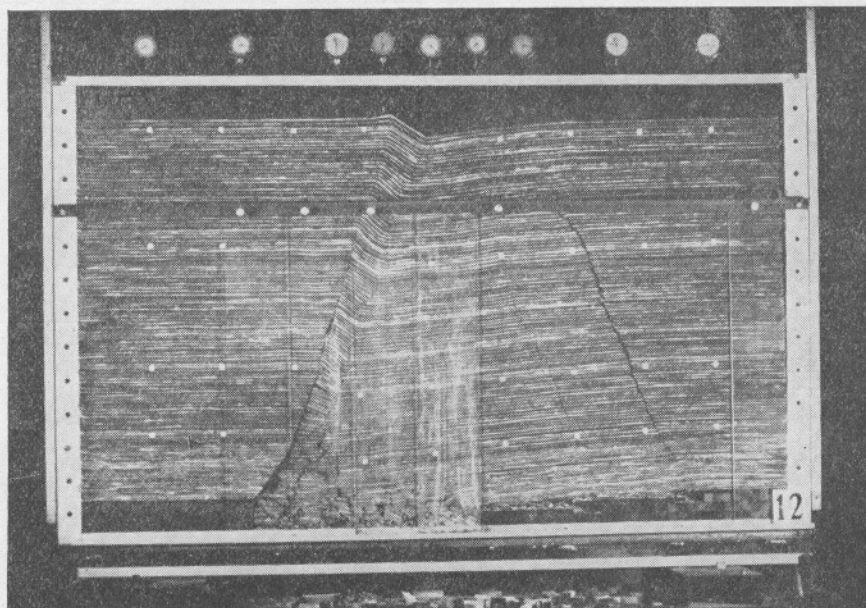
3. Modelová technika

Prostorový model hráze byl zhotoven ze sádry, takže modeloval kromě vlastní betonové konstrukce i část podloží pilířů s jeho pružnými vlastnostmi i část podloží kleneb, a to tak, že byl zachován v modelové podobnosti skutečný poměr modulů pružnosti betonu a skály podloží. Vlastní model, znázorňující tři klenby obloukové členěné hráze se dvěma opěrnými středními pilíři a s vetknutím obou postranních kleneb do krajních pilířů, je jediným nám známým modelem tohoto druhu. Pro modelové znázornění



123. Napětí v opěrném pilíři modelu hráze.
 123. Напряжение в усое модели плотины.
 123. Stresses in buttress of a dam model.

vodorovného zatížení vodním tlakem bylo použito pneumatického zatěžování kleneb a čel pilířů speciálními plochými gumovými polštáři, které byly přiloženy na návodní povrch kleneb a opřeny do betonového skládaného opěrného bloku. Polštáře byly řazeny v sedmi vrstvách po výšce modelu. V každé vrstvě byl automaticky speciálním mnohonásobným rtuťovým manometrem a tryskovým regulačním systémem udržován předem určený tlak. Tento tlak v každé ze sedmi vrstev byl volen tak, aby byl zachován po výšce celého modelu charakter trojúhelníkového zatížení a aby celková výsledná vodorovná síla odpovídala povaze modelu.



124. Model terciérního souvrství složený z vrstev ekvivalentních materiálů.
 124. Модель третичной свиты, слагаемой пластами эквивалентных материалов.
 124. Model of tertiary strata made-up of layers of equivalent materials.

Při měřeních prováděných na modelu bylo použito po prvé již zmíněné síťové metody měření rovinné napjatosti strunovými tensometry. Tato metoda prokázala i zde značné přednosti proti všem způsobům měření na sádrových modelech dosud používaným ve světě.

Na tomto modelu byl zkoumán vliv ne stejného modulu pružnosti betonu a podloží na napjatost pilířů, vliv vertikálního opření vzdušné patky pilířů na rozdělení smykových a normálních napětí v lomené základové spáře a celková přetvoření kleneb a pilířů při zatížení vodním tlakem. Kromě toho měl model speciálně vytvořenou dělicí spáru v patce kleneb, aby bylo možno modelově znázornit a zkoumat vliv různých koeficientů tření v této dělicí spáře na rozdělení napjatosti v prostorové konstrukci.

Použitá modelová metoda ve svém celku přinesla několik původních, dosud ve světě na obdobných modelech nepoužitých experimentálních postupů a umožnila získat závažné výsledky obecného významu, jako je na př. rozdělení napětí v pilíři vlastního díla.

V oblasti *modelové techniky* byla provedena poprvé v ČSSR vůbec série prací s tzv. „*modely z ekvivalentních materiálů*“, což je nová modelová metoda vypracovaná původně v SSSR. Tyto modely jsou určeny pro modelování dynamiky elastických a plastických jevů při převládajícím nebo výlučném působení vlastní váhy a jsou vhodné zvláště pro sledování jevů v souvrstvích zemin při postupném provádění důlních prací v hloubce pod povrchem. Ani v této metodě jsme se neomezili pouze na aplikaci známých postupů a vypracovali celou řadu nových metodických poznatků. Propracovali jsme např. metodiku náhrady důlní výztuže a modelového znázornění postupného dobývání uhelné sloje v hloubce pod povrchem za plného zajištění modelového znázornění pružných charakteristik podloží uhelné sloje a při zajištění citlivého měření horských tlaků při těchto postupujících pracích. Model znázorňuje např. smykové plastické deformace, objasňuje vznik periodických horských tlaků na hlubinnou důlní výztuž a ukazuje projev hlubinného důlního díla na povrchu věrným, skutečnosti plně odpovídajícím způsobem.

Tyto modely musí být zhotovovány ze speciálního modelového materiálu, který svým složením a fyzikálními vlastnostmi umožňuje modelovat souvrství terciéru. Při tom byl vypracován i zlepšený technologický postup zhotovování těchto modelů.

Stavební chemie

Po začlenění do ČSAV byla činnost chemického oddělení zaměřena především na problémy ochrany stavebního díla, a to výhradně na časově zcela neodkladné a naléhavé požadavky našeho novodobého stavebnictví.



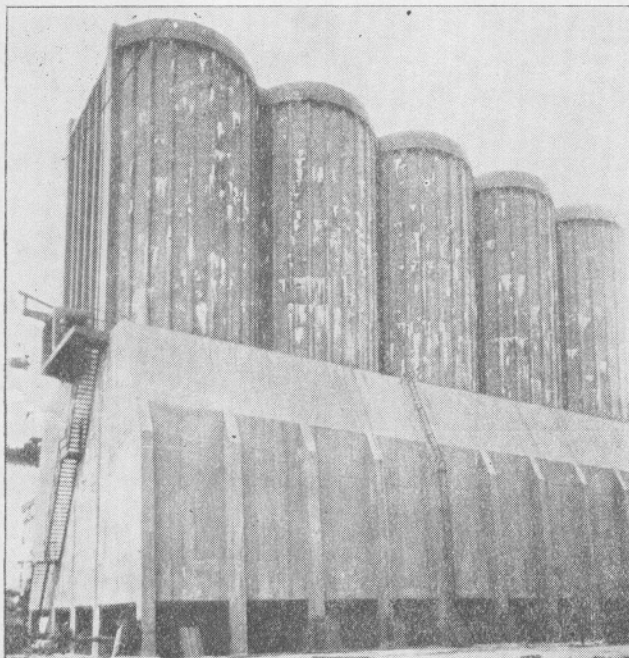
125. Narušení cihel mrazem.
125. Разрушение кирпичей, вызванное морозом.
125. Deterioration of bricks by frost.

Z rychle ustupujících tradičních stavebních materiálů věnovali jsme zvýšenou pozornost c i h l á m, které se podílejí dosud významně a nepostradatelně na hromadné i jiné výstavbě. Velká pozornost byla věnována především b e t o n u, používanému nejen pro hromadnou výstavbu, nýbrž i pro díla zvláštní a též mimořádně nákladná, na která se klade náročný požadavek dlouholeté trvanlivosti.

V otázce jakosti c i h e l, která se v minulých letech tak znepokojivou měrou zhoršila, byly provedeny na základě řady zkoušek s výchozími surovinami některých výroben významné zásahy společně s jinými činiteli (národními podniky, vývojovými pracovišti a krajskými zkušebnami). Na základě rozborů většího počtu mnohdy i velmi vážných stavebních neúspěchů, které byly posuzovány a řešeny, uplatnili jsme některá ustanovení o cihlách a uvedli na správnou míru názor o zaostalosti používání cihel v novodobé výstavbě.

Zvláštní pozornost byla věnována národohospodářsky tak významnému studiu *předčasného narušování* mnoha různých stavebních děl z betonu různými vnějšími škodlivými vlivy. Dlouholeté bohaté a cenné zkušenosti, získané z praxe studiem a rozborů mnoha případů (často i po ověření pří-

slušnými zkouškami, chemickými a jinými), byly uplatněny při velmi mnohých projektech betonových i cihelných konstrukcí a včleněny do zvláštních směrnic pro ochranu betonových konstrukcí proti útočným plynům za přítomnosti vlhka a též



126. Nesprávná volba živičného nátěru na chladicích věžích.

126. Неправильный подбор битумного покрытия градирен.

126. Improper selection of bituminous coating for cooling towers.

127. Narušení měkkého živičného tmelu zvýšenou teplotou.

127. Разрушение мягкой битумной мастики вызванное повышенной температурой.

127. Failure of soft bitumen by increased temperature.



do dalších k nim přidružených směrnic pro ochranu betonových konstrukcí proti útočným kapalinám.

Na základě rozboru pracovních způsobů izolační techniky a některých nežádoucích předčasných selhání izolačních soustav, která se vyskytla u nás v různých obměnách na stavebních dílech ke škodě našeho hospodářství, ukazuje se nutnost správného konstrukčního pojetí ochranných izolačních soustav. Bylo prokázáno, že příčinou podobných neúspěchů je mnohdy povrchní projektování, nedostatečné znalosti rheologických vlastností používaných živců a nesprávné konstrukční provádění izolačních soustav.



128. Účinky tučné cementové podkladní malty s přísadou sody na skleněný obklad.
128. Влияние жирного цементного фундаментного раствора с примесью воды на
стеклянную облицовку
128. Effect of fat cement base-mortar with soda on glass facing.



129. Izolace jezové konstrukce měkčeným PVC.
129. Изоляция плотинной конструкции размягченным PVC.
129. Insulating weir structure with softened PVC.

V otázce ochrany podzemních stavebních děl, nebo jejich částí (základů nebo suterénů) byl opět na základě rozborů četných neúspěchů uplatňován (proti stávající praxi) podceňovaný požadavek, že pro tyto účely je třeba použít nejjakostnějších materiálů. Jeho oprávněnost byla též zkouškami a zkušenostmi prokázána. Byl objasněn a opraven na základě řady různých zkoušek názor o tzv. zlepšovacích přísadách do betonové směsi. U tunelů byly řešeny též otázky vhodnosti nových způsobů živičných izolací (mezilehlá izolace) a též izolace plastickými hmotami.

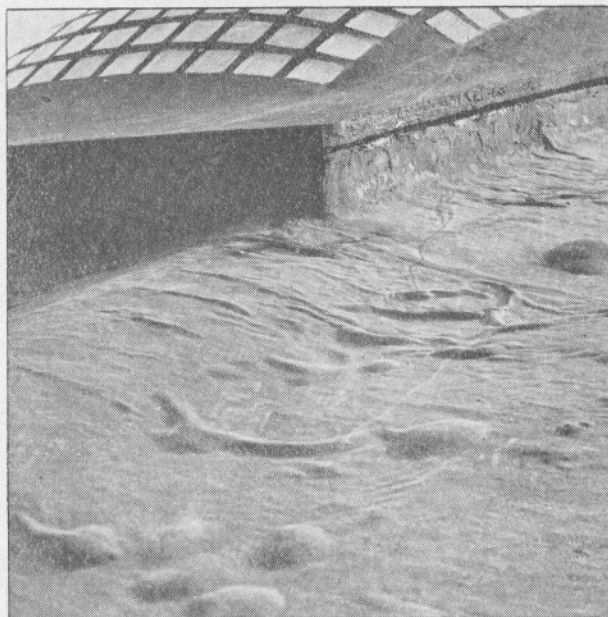
V oboru hydroizolačních soustav, především proti spodním vodám všeho druhu i s tlakem, byly studovány a uplatňovány společně s Vývojovým střediskem pro aplikaci plastických hmot ve stavebnictví možnosti pokrokové aplikace levnějších, jakostnějších a lehčích fólií z měkčeného PVC. Tyto velmi úspěšné aplikace byly provedeny i za velmi obtížných podmínek na stavebních dílech různého druhu, z nichž některé jsou vůbec unikátní.

Rovněž byly velmi podrobně řešeny přecetné případy jinak nákladné a náročné ochrany střešních skořepin ze železového betonu různého tvaru živičnými soustavami izolačními proti průsakům srážkových vod. Na základě provedených podrobných prohlídek, studia, řady zkoušek a rozborů a sestavené dokumentace hydroizolačních soustav na skořepinách (asi na 40 objektech), byly vypracovány a uplatněny za spolupráce dalších příslušných činitelů směrnice pro provádění živičných hydroizolací, hospodárných oprav a údržby.

Pokud jde o jakost a důležité vlastnosti asfaltových živců, které u nás byly a dosud jsou materiálem deficitním, a po druhé světové válce velmi rozdílného a proměnlivého vnitřního složení, byla jim věnována pozornost při řešení ochrany stavebních děl i v chemickém průmyslu.

V průmyslu těžké chemie byla vyšetřována podrobně trvanlivost a odolnost tzv. mamutích a jiných kyselinovzdorných izolačních soustav, provedených vrstvením zvláštních druhů asfaltových tmelů za horka a dalším ochranným obkladem z kabřinců (nebo dvěma i více obklady z kabřinců), kladeným opět do kyselinovzdorných tmelů.

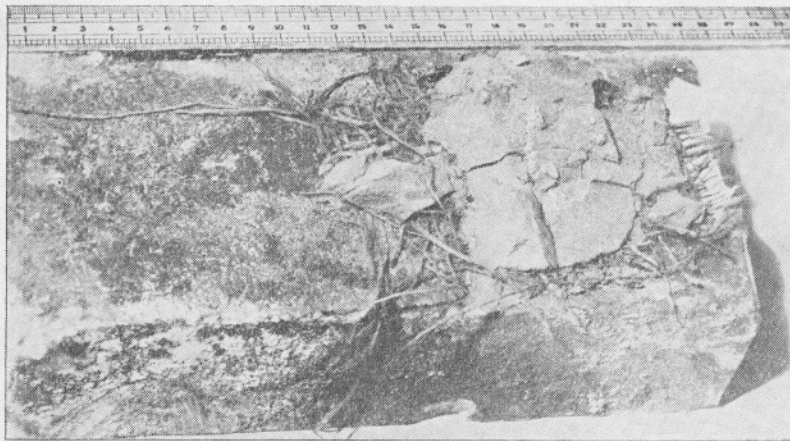
V četných případech bylo na základě našich zkoušek a rozborů zjištěno, že snížení bezpečnosti,



130. Poruchy hydroizolace na skořepině.
130. Разрушение гидроизоляции в оболочке.
130. Failure of hydroinsulation on shell.



131. Poruchy příliš tvrdé hydroizolace.
131. Разрушения слишком твердой изоляции.
131. Failure of hard hydroinsulation.



132. Narušení nesprávně provedené izolace nádrže pro kyselinu solnou.
 132. Разрушение неправильно выполненной изоляции резервуара для со-
 льяной кислоты.
 132. Failure of improperly insulated tank for hydrochloric acid.

tů. O výrobních poměrech v největší naší výrobě byla vypracována vyčerpávající zpráva pro Komisi pro pomoc velkým stavbám socialismu. Zkouškami a studiem některých větších stavebních neúspěchů bylo prokázáno, že takové struskoportlandské cementy, použité pro betonáž, mohou vykazovat všeobecně sníženou aktivitu již při teplotách 7 až 10° C.

To bývá způsobeno sníženou aktivitou dnešních vysokopecních zásaditých strusek a též horší jakostí slíneků, což bylo prokázáno zkouškami v souladu a za spolupráce s jinými ústavy. Z toho důvodu byly uplatňovány příslušné směrnice pro používání těchto struskoportlandských cementů hlavně v podzimních a samozřejmě též v zimních měsících, v praxi. Tyto zkušenosti byly uvedeny i ve zvláštní kolektivní zprávě pro Státní výbor pro výstavbu (1959).

Na základě zkoušek byla vypracována přesná technologie tmelení izolátorů pro vysoká napětí cementovými pojivy s velkou odolností proti vytržení zatmelených kovových roubíků a hlavíc a trvanlivostí cementového kamene.

Konečně byly provedeny větší výzkumné práce pro účinnou ochranu známé unikátní a historicky cenné středověké skleněné mozaiky na dómě sv. Víta („Zlatá brána“) před dalšími ničivými vlivy zhoršeného pražského ovzduší na neodolné sklo mozaiky.

Teoretická mechanika

V oddělení teoretické mechaniky pracují jednak stavební inženýři vyškolení v teoretických oborech inženýrského stavitelství, jednak pracovníci z oboru aplikované matematiky. Toto uspořádání má tu výhodu, že je možné rychle konsultovat a důkladně projednat každý teoretický problém za účasti všech pracovníků oddělení.

Oddělení teoretické mechaniky se zabývá převážnou měrou řešením úkolů základního výzkumu. Jde tu o spolupráci nebo samostatnou práci při propracování teorií nebo metod.

Úkoly, které v přítomné době toto oddělení řeší, sledují tyto cíle:

1. Stanovení stabilitní bezpečnosti tenkostěnných konstrukcí ze závislosti na dolní hodnotě kritického zatížení, užitím nelineární teorie; pro dimensování těchto konstrukcí je totiž v mnoha případech pevnost materiálu, kterého bylo užito, zcela nerozhodující.

spolehlivosti a trvanlivosti těchto velmi nákladných a důležitých izolačních soustav, mnohdy značně složitých, je nepříznivě ovlivňováno nesprávným konstrukčním pojetím izolací.

Empirická řešení izolačních soustav musí ustoupit řádnému společnému a předvídatému řešení projektantů konstrukcí a projektantů izolačních soustav.

V oboru cementových pojiv byly sledovány činitele, ovlivňující prokazatelně jejich jakost, především jejich aktivitu, hlavně u směsných - struskoportlandských cemen-

2. Zjištění příčin značných neshod mezi výsledky laboratorních zkoušek a výsledky plynoucími z klasické lineární teorie stability.

3. Propracování teorie nosníkových roštů spřažených s deskou a teorie desek strukturálně nebo konstruktivně ortotropních.

4. Propracování nelineární teorie dynamiky se zvláštním zřetelem k ekonomickému návrhu dynamicky namáhaných stavebních konstrukcí.

5. Využití metod matematické statistiky, teorie pravděpodobnosti a ekonometrie na upřesnění a zhospodárnění návrhu stavebních konstrukcí.

6. Vypracování metod na řešení plastických těles užitím matematické teorie pružnosti a plasticity.

Od svého vzniku vykazuje oddělení tyto závažnější pracovní výsledky:

1. Analýza Crossovy metody a vypracování srovnávací studie, pojednávající o vzájemných vztazích deformačních metod.

2. Propracování metody pro řešení krátkých skořepin s válcovou střednicovou plochou a vypracování přesného řešení dokonale vetknutých nosníků s prostorově zakřivenou střednicí. Toto původní řešení je citováno v sovětské odborné literatuře a má význam pro stavební inženýrskou praxi.

3. V oboru teorie rovinných a prostorových rámových konstrukcí souměrných k jedné až dvěma souřadným osám, resp. k jedné až třem souřadným rovinám, byla pro libovolné zatížení odvozena metoda dílčích styčnickových otočení. Metoda zkracuje a zpřesňuje statický výpočet těchto konstrukcí a je kladným přínosem po teoretické i praktické stránce.

4. Pro řešení soustav s větším počtem lineárních algebraických rovnic byla odvozena původní úprava relaxační metody, která podstatně zjednodušuje statické výpočty mnohonásobně staticky i přetvárně neurčitých konstrukcí.

5. V oboru tenkostěnných konstrukcí bylo odvozeno řešení tenkostěnných dutých jezových klapek, které je původní, technicky přesné a umožňuje statický výpočet uvedených konstrukcí, jejichž řešení nebylo až dosud známo.

6. Rovněž původní je i řešení vodorovných válcových nádob s kulovými vrchlíky na koncích, zatížených hydrostatickým přetlakem, kde jsou odvozeny nové přesné vztahy pro výpočet nádob podepřených staticky neurčitě.

7. V oboru lokální stability tenkostěnných konstrukcí byla vypracována zjednodušená teorie, která byla aplikována a potvrzena pro případ lokální stability uzavřených válcových skořepin.

8. Statické působení prutů uzavřených a otevřených průřezů při namáhání na ohyb, kroucení a vzpěr.

9. V oboru teorie šikmých ortotropních desek mostního typu bylo stanoveno řešení těchto desek pro jeden druh ortotropie.

10. Byla řešena otázka koncentrace napětí v okolí otvorů a výsledky byly zveřejněny.

Pracovníci oddělení poskytli také významnou pomoc při řešení některých důležitých úkolů ve stavebně inženýrské praxi. Tak byl např. proveden kompletní návrh lodního zdvihadla pro vodní dílo Orlík, dále bylo vypracováno statické řešení rotoujícího brusného kotouče pro Spojené závody na výrobu karborundu a elektritu.

Pomoc praxi představuje i stálá bezplatná poradenská činnost pracovníků oddělení pro stavební inženýry z praxe.

Experimentální pružnost

Pracovní náplní oddělení experimentální pružnosti jsou problémy pružnosti a některých úseků technické mechaniky z oboru stavebního a strojního. Z metod experimentální pružnosti je na pracovišti vybudována fotoelasticimetrická metoda, k níž jakožto pomocné metody se přiřazují modelová

tensometrie, zjišťování směrů hlavních napětí *metodou křehkých laků* a stanovení deformací *mechanickou interferencí světla*.

Ve fotoelasticimetrickém oboru provádí se výzkum po třech liniích.

1. Teoretický výzkum

Teoretický výzkum se zabývá základními problémy fotoelasticimetrie, jako je např. rozbor optických zákonitostí dvojlomu při dvojrozměrné a trojrozměrné fotoelasticimetrii, rozšíření metod separace hlavních napětí, ať se již vychází z různých fyzikálních zákonů nebo z matematických teorií pružnosti. Zvláštní pozornost je věnována též vlastnostem isostatických čar a isočar derivací Airyho funkce.

Další teoretické práce se týkají matematického řešení otázek nehomogenní vrstevnatosti poloroviny za různých podmínek ve styku vrstev. S těmito otázkami úzce souvisí problém projevu horského tlaku ve vrstevnatém prostředí při důlním dobývání. Teoretické závěry prvního úkolu jsou ověřovány fotoelasticimetrickými měřeními, druhý úkol byl experimentálně řešen při různém způsobu dobývání na rozměrných modelech ze želatinoglycerinových gelů.

Ve fotoplasticitě je sledována otázka výzkumu dvojlomu za mezí pružnosti a jeho vztahu k napětí a deformaci za účelem řešení plastických stavů. Současně jsou řešeny otázky dvojlomu ve vztahu k chemickému složení hmoty a vzhledem k jejich struktuře. V laboratoři byly vyvinuty nové hmoty, jejichž mechanické a optické vlastnosti jsou soustavně ověřovány.

Pro modelovou realizaci jsou teoreticky propracovány metody trojrozměrné napjatosti na základě „zmrazování“ napětí, Tyndalova efektu (metoda rozptýleného světla) a na modelech sledovaných z opticky citlivých a necitlivých materiálů. Byla vypracována metodika Tesařovy latometrie.

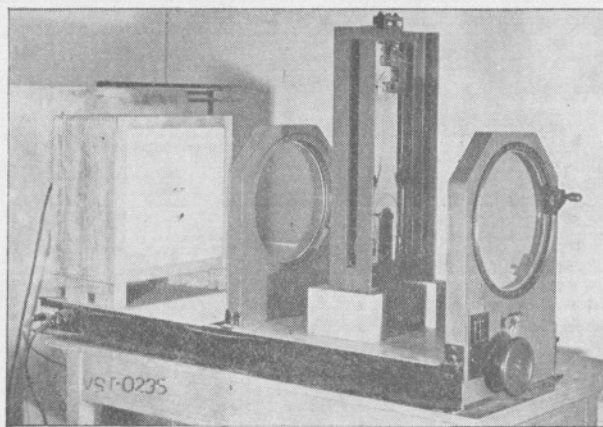
Při aplikaci fotoelasticimetrie v druhých vědních oborech řeší se spoluprací s biologickou sekci problém rozložení napětí v kloubech kostí a jeho ovlivnění protézami.

2. Ověřování nových metod a přístrojů

Teoreticky zpracované otázky základního významu a nové fotoelasticimetrické metody jsou ověřovány, je stanovena příslušná metodika a navrženy vhodné přístroje. Fotoelasticimetrická měření jsou konána v různých typech přístrojů, buď průmyslově vyráběných, nebo laboratorně vyvinutých, jejichž použití může být všeobecné nebo speciální.

Z přístrojů vyvinutých v naší laboratoři pro průchozí rozptýlené světlo se uvádějí dva. První běžně užívaný přístroj staršího typu se zorným polem $\varnothing 300$ mm má polaroidy synchronně natáčené spojovací tyčí s převody kotoučem umístěným na přední desce nesoucí analyzátor. Čtvrtvlnami jsou skleněné desky namáhané rovnoměrným tlakem vyvozujícím relativní dvojlom $\Delta = 0,25 \lambda$.

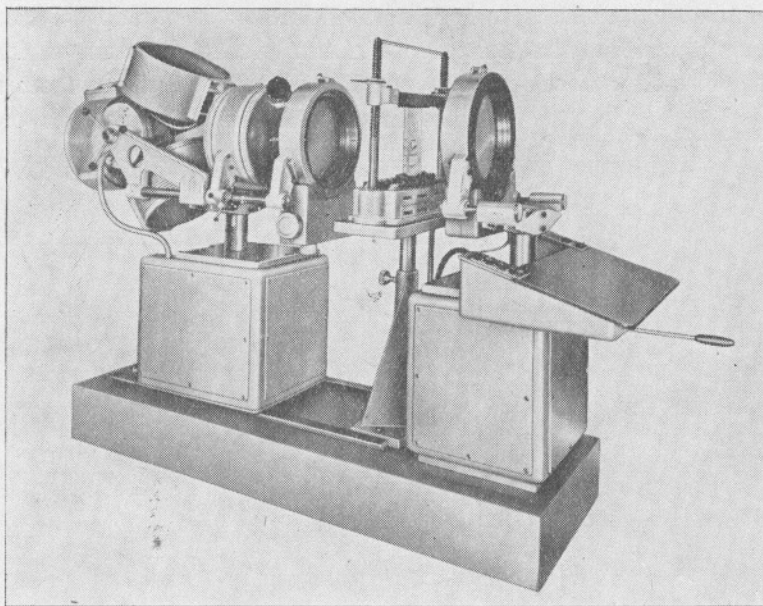
Druhým typem je moderní přístroj centrálně ovládaný z panelu u analyzátoru. Pro velké zorné pole (průměr polarizačních filtrů a čtvrtvln 350 mm) a zvětšený rozsah měření svislým posunem



133. Polarizační přístroj pro přímkovou polarisaci.

133. Поляризационный прибор для прямолинейной поляризации.

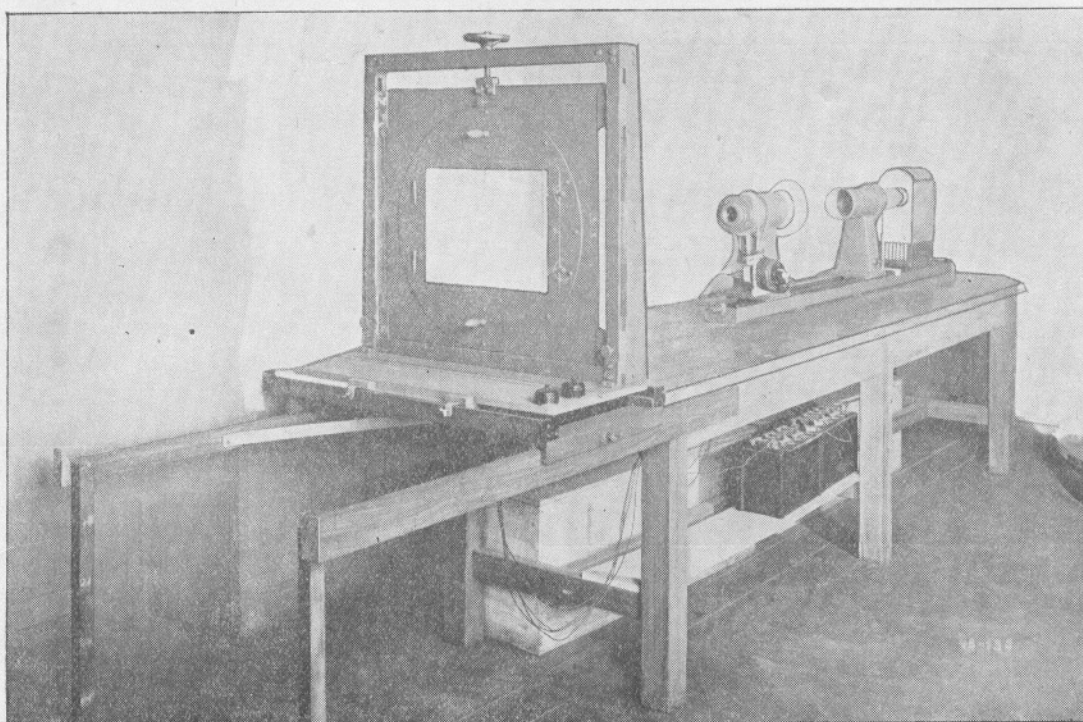
133. Plane polariscope.



134. Moderní polarisační přístroj automaticky ovládaný.
 134. Новейший поляризационный автоматически управляемый прибор.
 134. Modern polariscope with automatic control.

polarisačních soustav hodí se nejen k proměřování menších modelů součástí, ale i větších stavebních konstrukcí a rozměrných modelů představujících vertikální řez pohoří ve směru postupu odbývání. Polarisační soustavy jsou umístěny nad dvěma samostatnými skříněmi, z nichž skříň nesoucí osvětlovací tělesa je horizontálně posuvná směrem k analysátoru, kde jsou umístěny tlumivky světelných zdrojů a elektromotory pro vertikální posuv soustav.

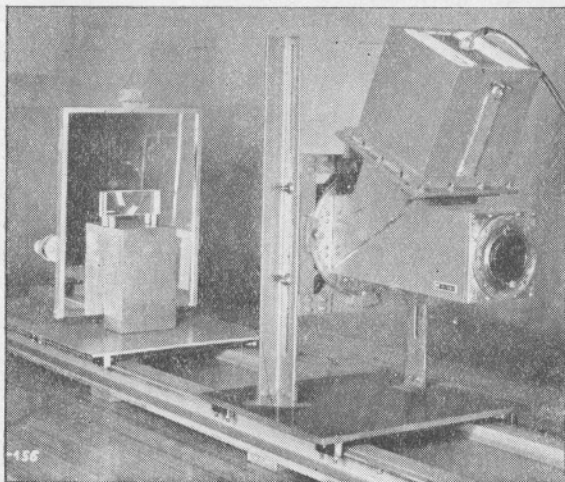
Světelný zdroj je uspořádán otočně a má tři stavitelné plochy k prosvětlování modelu obyčejnými žárovkami, rtuťovými a sodíkovými



135. Polarisační přístroj s usměrněným světlem a projekční deskou.
 135. Поляризационный прибор с направленным светом и проекционным экраном.
 135. Polariscopes with rectified light and projection screen.

výbojkami. Chlazení se provádí ventilátorem, umístěným v otočném válci nesoucím osvětlovací tělesa. Tepelné paprsky zdrojů absorbuje vodní clona, chránící polarisační filtr před poškozením teplem.

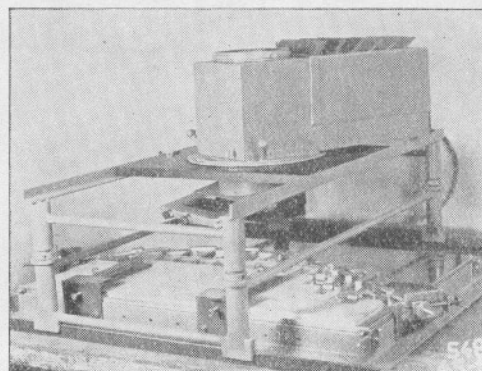
První polarisační soustava (polarisátor a celofánová čtvrtvlnová deska) je uložena otočně v kruhovém odlitku. Ten je výsuvně připojen k trubkovému loži, nesoucímu kyvetu a světelný



136. Autokolimační přístroj pro pozorování svisle uložených modelů.

136. Автоколлимационный прибор для наблюдения вертикально расположенных моделей.

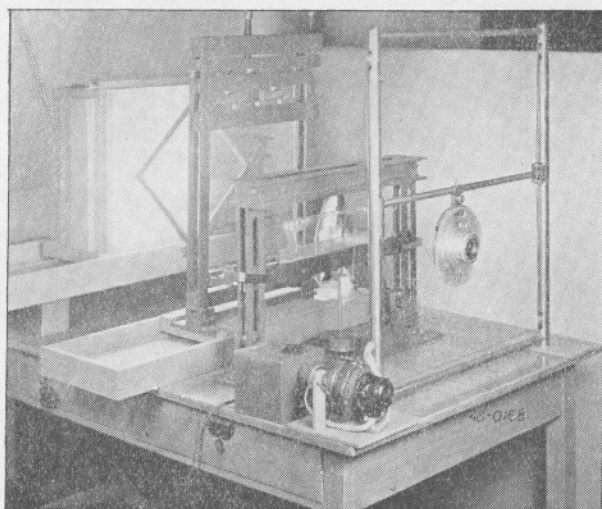
136. Autocollimating polariscope for observing vertically mounted models.



137. Autokolimační přístroj pro pozorování modelů vodorovně uložených.

137. Автоколлимационный прибор для наблюдения горизонтально расположенных моделей.

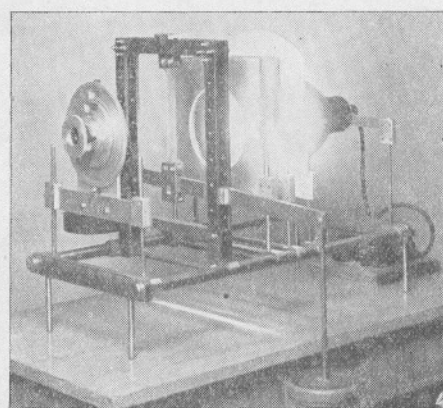
137. Autocollimating polariscope for observing horizontally mounted models.



138. Polarisační přístroj pro goniometrickou kompensaci.

138. Поляризационный прибор для гониометрических компенсаций.

138. Polariscope for goniometric compensation.



139. Polarisační přístroj s rámem pro určování optické citlivosti umělých hmot.

139. Поляризационный прибор с рамой для определения оптической чувствительности искусственных материалов.

139. Polariscope with frame for determining optical sensitivity of plastic materials.

zdroj. Druhá polarisační soustava je obdobně jako soustava první uložena otočně v odlitku. Obě soustavy se vysunují elektromotory; nejnižší poloha středů polaroidů je 1170 mm, nejvyšší 1410 mm nad podlahou.

Pro usměrněné průchozí světlo byl v laboratoři zhotoven *přístroj k proměřování detailů s trojnásobným zvětšením*. Má elektrický motorek, který otáčí polarisačními soustavami synchronně. Jednotlivé soustavy jsou spojeny tyčí a převody.

Elektrické zapojení je řízeno z blízkosti projekční desky a je provedeno ve dvou okruzích. První okruh je přes vodící kotouč, umístěný na otočné části analysátoru, a druhý okruh je přímý. Kotouč je rozdělen na obvodě po 20 gradech a v těchto místech radiálně naříznut. Do vzniklých mezer jsou vlisovány pertinaxové vložky. Ke kotouči je připojen stěrač. Proudový okruh se přerušuje v místech vložky vždy po 20 gradech, potřebných pro zakreslení isoklin. Kotouč je nastaven tak, že čtyři vložky ve dvou na sebe kolmých rovinách odpovídají zkříženým rovinám polarisátoru a analysátoru.

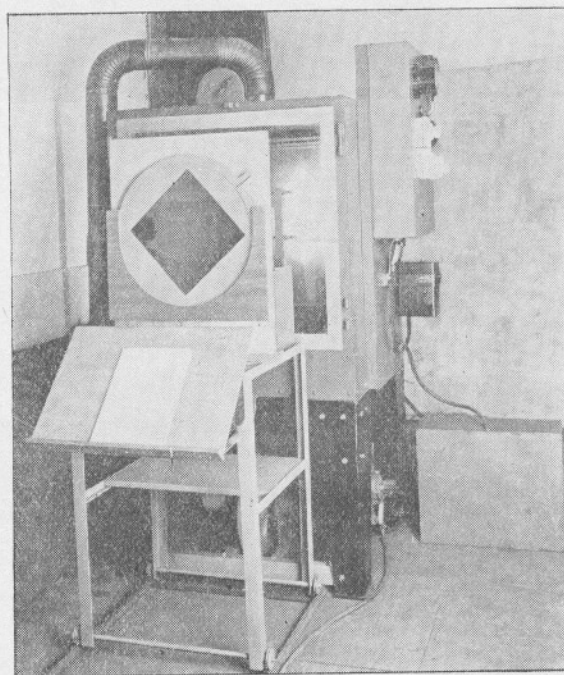
K přístroji je připojena projekční deska horizontálně a vertikálně stavitelná. Aby bylo možno obraz modelu rychle a snadno zaostřit, je deska umístěna na vozíku, pohyblivém ve směru osy přístroje. Svislé a vodorovné nastavení desky se provádí šrouby, umístěnými v horní a postranní části rámu desky. Vnitřní rám desky je otočný v rovině desky.

Autokolimační přístroje vlastní výroby. První přístroj je uložen pohyblivě na vodicích lištách. Skládá se ze dvou částí; první část je samostatný přístroj uložený otočně okolo vodorovné osy rámu. Vychýlení přístroje ze základní svislé polohy se určuje na stupnici. Přístroj se dá naklonit na obě strany o úhel 100° , což stačí k zachycení průběhu isoklin všech parametrů. Analysátor je také samostatně otočný kolem vodorovné osy. Rám přístroje připojený ke dvěma stojinám, které jsou upevněny v základové desce, je výškově stavitelný. Deska leží na válečcích a je lehce posuvná v lištách. Pro kruhovou polarisaci se zasouvá do přístroje skleněná čtvrtvlnová deska.

Druhou částí je zrcadlo pružně zavěšené na stojanu, připojeném k desce a posuvném v lištách. Postranní šrouby ve stojanu umožňují nastavit zrcadlo do polohy kolmé ke světelným paprskům vycházejícím z přístroje. Popsaný přístroj má velmi dobré optické vlastnosti.

Obdobný je přístroj pro pozorování modelů umístěných vodorovně na skleněné *nebo pochromované desce*. Zde bylo použito dvou různě velikých polarisačních filtrů. Analysátor je uložen otočně kolem svislé osy, takže se měří nejen celé hodnoty relativního dvojlomu, ale i mezilehlé hodnoty kompenzační, a to goniometrickou metodou. Přístroj spočívá na desce. Jeho poloha vzhledem ke stanoveným osám se určuje ukazovatelem na pevné stupnici. Deska nesoucí přístroj je pohyblivě uložena na dvou vzájemně kolmých kolejnicových vedeních, která umožňují pohyb přístroje všemi směry nad modelem.

Pro řešení napětí na modelech vyrobených z umělých hmot opticky málo citlivých nebo ze skla je v laboratoři zavedena velmi přesná *kompenzační goniometrická metoda odvozená z Tardyova způsobu měření dvojlomu optických skel*. K její realizaci je nutno použít fotoelasticimetrického přístroje pro kruhovou polarisaci. Přístroj lze volně sestavit z jednotlivých částí, jež tvoří: světelný zdroj (výbojky), polarisátor (polaroid uložený ve stavitelném stojánku), čtvrtvlna (skleněná) a goniometrický analysátor (samostatná jednotka zavěšená na tyči v rámu). Vodorovný pohyb analysátoru se provádí ručně, svislý posuv elektromotorkem.



140. Vyhřívací skříně pro modely.

140. Нагревательные коробки для моделей.

140. Heating box for models.

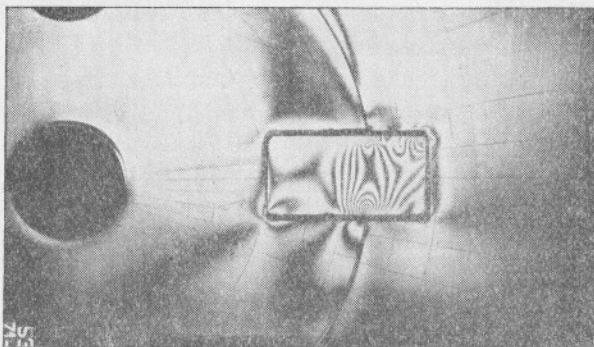
Optická citlivost umělých hmot je zjišťována na tahových nebo tlakových tělískách upnutých v zatěžovacím rámu, který je součástí přístroje. Mechanické vlastnosti jsou pak ověřovány na běžném typu trhačím stroje pro zatížení do jedné tuny. Zmrazovací zkoušky jsou konány ve vyhřívací skříni s užitným prostorem $90 \times 90 \times 90$ cm a regulovatelnou teplotou od 40°C do 140°C . Dvě protilehlé stěny jsou průhledné a lze k nim přistavět polarizační přístroj pro průchozí světlo nebo goniometricky analyzátor.

3. Modelové hmoty

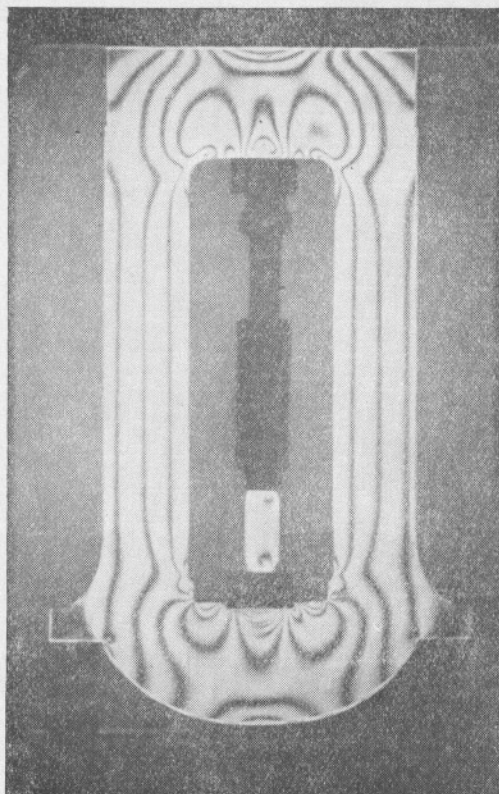
Fotoelasticimetrickou metodou jsou nyní řešeny různorodé otázky, které kladou na hmoty stále vyšší požadavky. Chemický průmysl vyrábí sice velké množství umělých hmot pro různé, hlavně průmyslové účely - ovšem ne přímo pro fotoelasticimetrické laboratoře. Zde je spotřeba poměrně malá a hmoty vyžadují často speciální úpravy, aby získaly požadované vlastnosti. Byla proto vybudována zvláštní laboratoř, která se zabývá jednak vhodnostmi hmot, jednak jejich přípravou.

Vhodnost hmot je řešena fyzikálně chemicky studiem strukturních vlastností vzhledem k jejich chemickému složení a studiem mechanických a optických vlastností v závislosti na čase, teplotě, při zatížení a odlehčení.

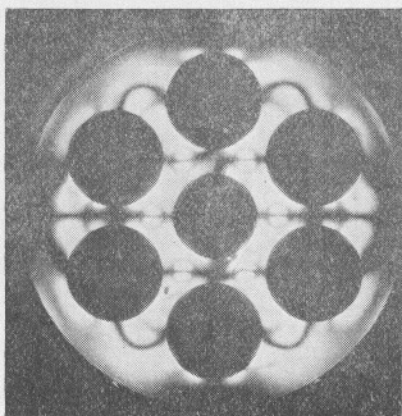
Byla vypracována metoda odlévání desek, válců a prostorových modelů z epoxydové pryskyřice s maleinanhydridem. Během vývoje byly



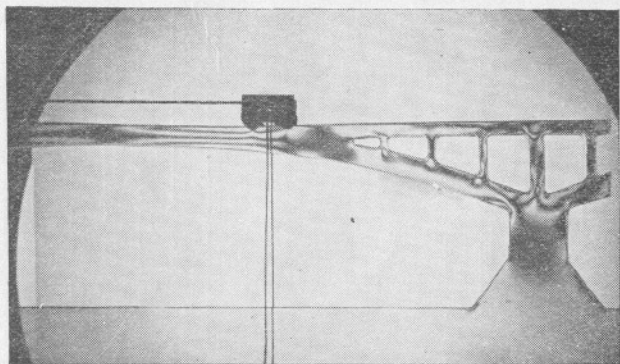
141. Isochromaty v drážce.
141. Изохроматы на канавке.
141. Isochromatic lines in groove.



142. Isochromaty v modelu válcovací stolice.
142. Изохроматы на модели клетки прокатного стана.
142. Isochromatic lines in rolling stand model.



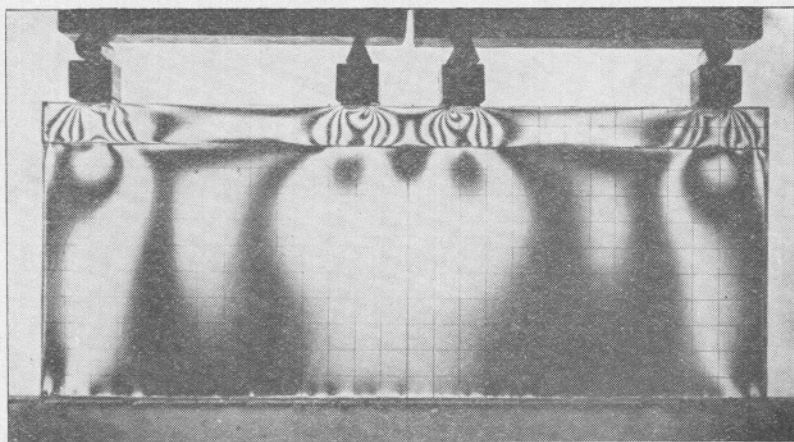
143. Isokliny v rotujícím kotouči.
143. Изоклины на вращающемся диске.
143. Isoclines in rotating disk.



144. Model mostu v kruhově komplementárně polarisovaném světle.

144. Модель моста в кольцевом полностью поляризованном освещении.

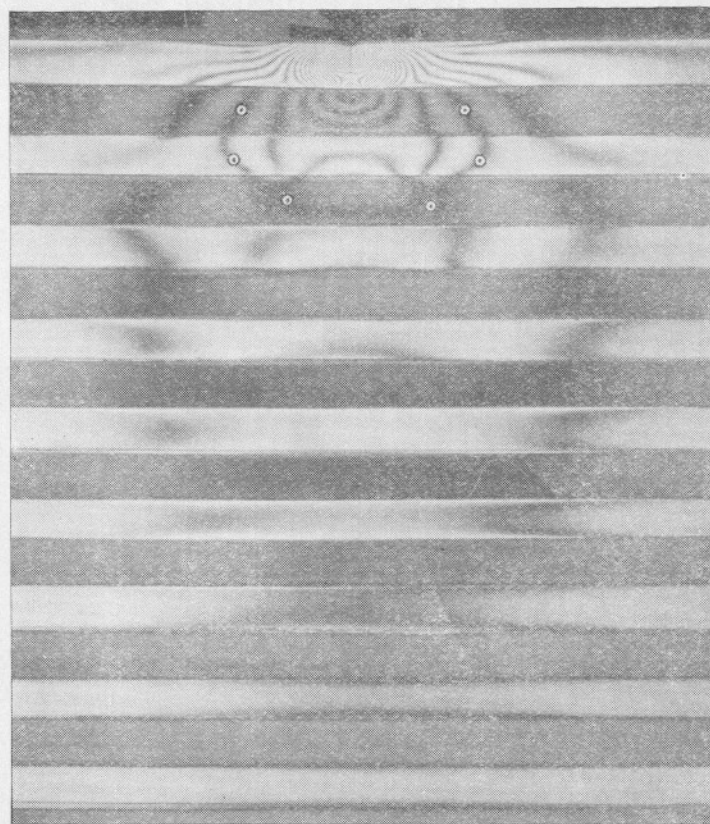
144. Model of bridge in circularly polarized light.



145. Model mostní opěry s odděleným prahem (isochromaty).

145. Модель мостового устоя с отделенным лежнем (изохроматы).

145. Model of bridge pier with separate base (isochromatic lines).



146. Isochromaty ve vrstevnaté polorovině pod soustředěným břemenem.

146. Изохроматы в слоистой полуплоскости под сосредоточенной нагрузкой.

146. Isochromatic lines in stratified half-plane under concentrated load.

řešeny otázky vhodného vytvrzovacího režimu, chemického složení tvrdidel a použití epoxydových pryskyřic o různé molekulární váze k získání hmot s optimálními vlastnostmi.

Bylo přistoupeno i k vyvinutí vhodné polyesterové pryskyřice, která je modelovou hmotou pro metodu rozptýleného světla.

4. Z úkolů řešených pro praxi

Ve strojním oboru bylo řešeno rozložení napětí u různých typů drážek, klínů a drážkových hřídelů; byly zjišťovány tvarové součinitele vrubových tyčí, napětí v izolátorech, v ložisku válcovacího tria, válcovací stolice, v závěsech těžních klecí atd. Za použití stroboskopického osvětlení bylo řešeno napětí kolem šesti otvorů různých průměrů u rotujícího kotouče.

Ve stavebním oboru bylo řešeno rozdělení napětí na modelech mostů, stanoveno rozložení napětí v podloží různých údolních přehrad, experimentálně určeno napětí ve spáře ocelových sloupů s ověřením tensometrickými měřeními na skutečné konstrukci, zjišťováno napětí u mostní opěry s odděleným prahem.

Fotoelasticimetricky bylo dále řešeno rozložení napětí v nehomogenní vrstevnaté polorovině, různě zatížené.

Podzemní stavby

Činnost tohoto oddělení je zaměřena na statické řešení podzemních staveb a velkých zemních těles a v souvislosti s tím na všechny příslušné mechanické a fyzikální vlastnosti hornin.

1. Horské tlaky vlivem objemových změn hornin. Při tunelovacích a hornických pracích v jílovitých horninách křídového a třetihorního stáří se setkáváme se značnými tlaky od bobtnání. Touto otázkou jsme se zabývali při spolupráci na návrhu obezdívek vodního tunelu v rumunských Karpatech, raženého v púchovských slínech, dále při posuzování obezdívky štol v těšínských břidlicích a při technologických otázkách těžby v neogenních slínech jihomoravské pánve. Tunelové obezdívky trpí dnes více než dříve tlaky od bobtnání, poněvadž se zřizují z betonu, kdežto dříve se užívalo kamene. Při betonování se nevyplní dostatečně závěrek nad klenbou a účinek bobtnání se projevuje proto rozmačkáním líce klenby v závěrku s trhlinami v patkách.

Aby se tomu předešlo, je třeba:

- a) zjistit typy hornin, u nichž nastávají objemové změny;
- b) zjistit podmínky, za nichž tyto změny nastávají, a velikost těchto změn;
- c) navrhnout vhodné obezdívky a výstroj v těchto horninách;
- d) navrhnout postupy, jimiž lze objemové změny v horninách ovlivňovat.

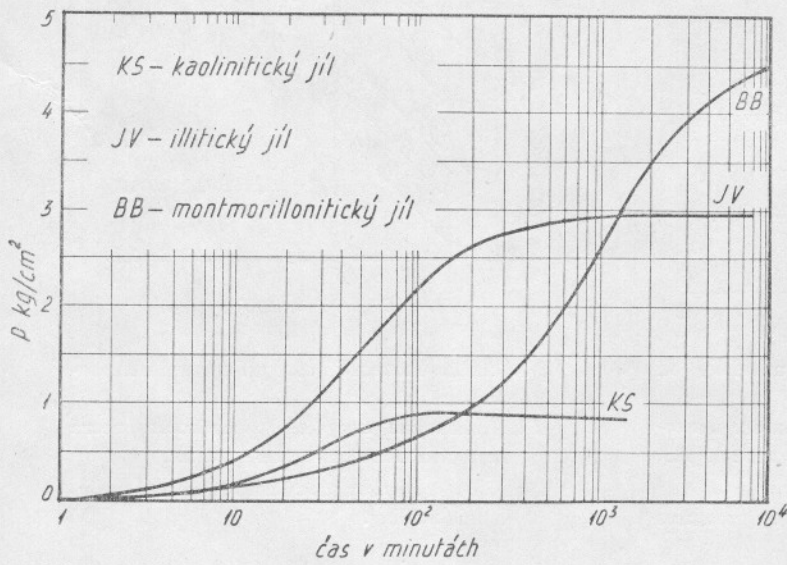
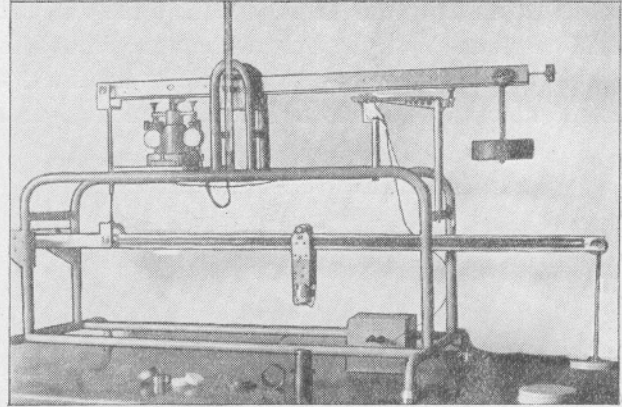
U hornin se vyšlo z mineralogického složení, které bylo stanoveno diferenční tepelnou analýsou vlastní konstrukce, která je zvláště citlivá; studium struktury se provádí mikrorentgenem a koloidní frakce zeminy se zkoumají elektronovým mikroskopem. K zjištění velikosti tlaků od bobtnání se užívá přístroje vlastní konstrukce, který umožňuje měřit automaticky tlak od bobtnání, jak při konstantním objemu, tak i při předem zvolené změně objemu. K úpravě zemin s různými výměnnými kationy se užívá elektrodiálýsátoru.

Výsledky zkoušek ukázaly, že u jílovitých zemin kaolinitického typu je bobtnání intermicelární, u zemin montmorillonitického typu intramicelární. U illitických hornin jde o oba druhy bobtnání vzájemně se překrývající (obr. 148). Výměna kationů přímo ovlivňuje tlaky od bobtnání (obr. 149). Také pórovitost v přírodním uložení má velký vliv na tlaky od bobtnání. Výzkumem těchto zá-

147. Přístroj k měření tlaku vlivem bobtnání zeminy.

147. Прибор для измерения давления, вызванного набуханием грунта.

147. Instrument for measuring pressure induced by soil swelling.



148. Tlaky při bobtnání standardních zemín při nezměněném objemu.

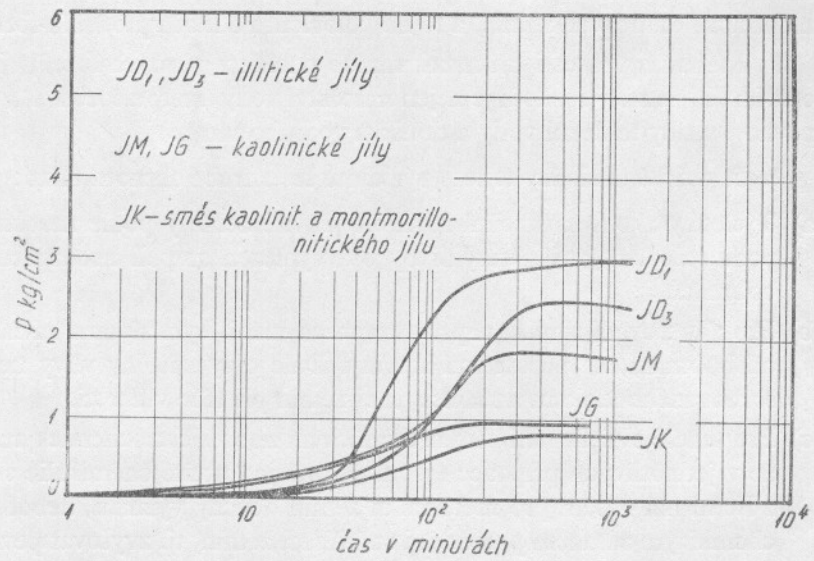
148. Давления при набухании стандартных грунтов при постоянном объеме.

148. Pressures induced by swelling of standard soils at constant volume.

149. Tlaky od bobtnání jíłů z terciálních pánví.

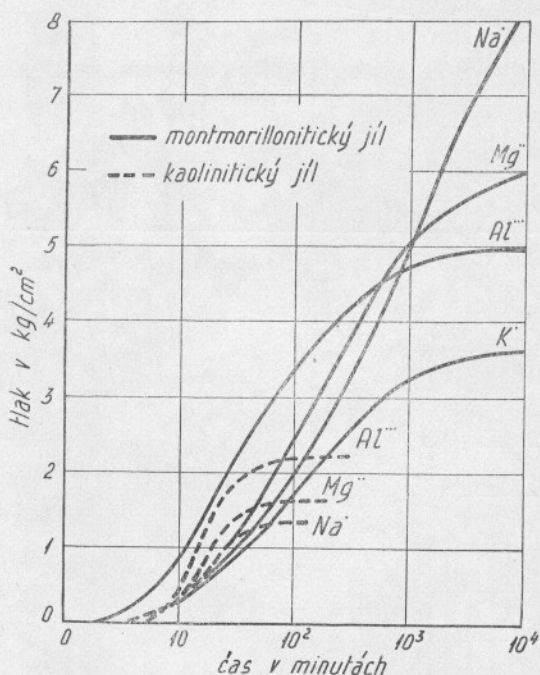
149. Давления от набухания глин в третичных бассейнах.

149. Pressures induced by swelling of clays from tertiary regions.



vislosti lze zjistit, v kterém případě jde o tlaky od bobtnání a kdy naopak jde o tlaky od překročení pevnosti zemin. Výsledky byly ověřeny na pěti lokalitách v důlních dílech v terciérních pánvích.

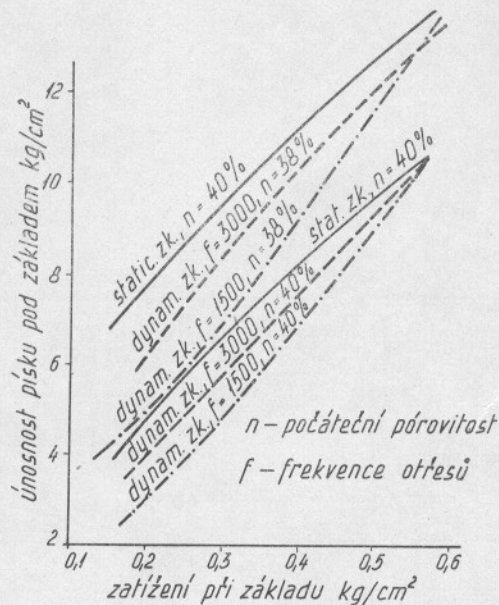
V dalším postupu práce byla sledována možnost chemického ovlivňování tlaků od bobtnání. Kromě množství má neméně důležitou úlohu i druh sorbovaných, výměnných kationů. Zvláštní



150. Vliv druhu výměnných kationů na tlaky od bobtnání různých jílu.

150. Влияние различных видов обменных катионов на давление, вызванное набуханием различных глин.

150. Effect of type of exchange cations on pressures induced by swelling of various clays.



151. Změna únosnosti písku při dynamickém namáhání.

151. Изменение несущей способности песка при динамическом напряжении.

151. Change in strength of sand subjected to dynamic loading.

místo v řadě zkoumaných anorganických kationů zaujímá draslík, který podstatně snižuje bobtnavost montmorillonitických zemin, a to na poloviční hodnotu proti Na-formě montmorillonitu.

Měřením vlhkosti při maximálních tlacích u různých forem tří typů zemin bylo zjištěno, že o bobtnání zeminy rozhoduje nejen množství vody, kterou sorbovaný kation je hydratován, ale spíše pevnost vazby molekul vody a tloušťka vodního filmu.

Praktické důsledky tohoto výzkumu lze zhruba shrnout takto:

- Výsledky zkoušek umožní rozřadit jílovité zemin podle nerostného typu a obsahu jílovitého podílu do kategorií, kterými by byl vymezen stupeň nebezpečnosti pro různé stavby vlivem bobtnání.
- Pro zhuťování zemin, např. u zemních hrází, byla získána závislost stupně nabobtnání a tlaků od bobtnání, na pórovitosti zeminy. Dále byly zjištěny vlivy nerostného typu zemin a druhu sorbovaného kationu na konsistenci zemin při téže vlhkosti.
- Pro umělé ovlivňování zemin chemickým nebo elektrochemickým způsobem je důležité zjištění, že v jednotlivých případech jsou vhodné jen určité chemikálie s určitým obsahem iontů. Toto zjištění má ovšem pro mechaniku zemin obecný význam, neboť kromě snížení bobtnavosti lze chemickým zásahem provádět i stabilizaci zemin, tj. zvyšovat pevnost a zmenšit rozbídivost.

2. Mechanika zemních těles. Zde byly řešeny úkoly, vztahující se k dimensování konstrukcí podle mezních stavů.

Při otázkách únosnosti základové půdy bylo navrženo, aby se místo obecného součinitele bezpečnosti zavedlo několik faktorů, jejichž velikost byla studována.

Je to zejména *reologický faktor* u pevnosti jílu. Byla sestavena aparatura, v hlavním principu podobná Hvorslevovu rotačnímu smykovému přístroji, avšak s vyvozeným posunem a měřením smykové síly dynamometrem. Posun je vyvozen otáčením, a to převodem z elektromotoru, který umožňoval měnit otáčecí rychlosti. Získané výsledky ukazují, že čím je zemina vlhčí, tím je vliv reologických procesů na pevnost menší. Tak např. u neogenního slínu (Hranice na Moravě) byl při

vlhkosti	24 %	27 %	30 %	33 %
reologický faktor	1,28	1,1	1,04	1.

Dále bylo zjišťováno, jak se má při výpočtu únosnosti základové půdy uvažovat *vliv dynamického namáhání*, tj. má-li se zavést u zemin jakýsi dynamický součinitel únavy, zmenšující pevnost zemin, jak je to někdy užíváno při základech strojů.

Výsledkem většího počtu měření na modelech je zjištění, že je správné, neměníme-li základní parametry pevnosti zeminy, ale zavedeme-li do výpočtu vzájemnou proměnlivost normálních a smykových sil při dynamickém zatížení.

Přitom byly získány tyto zajímavé poznatky:

- Na modelu, který představoval základ stroje, uložený na písku a namáhaný vibrujícím tlakem, byl studován vliv zatížení povrchu zeminy při základu na únosnost zeminy při dynamických namáháních. Ukázalo se, že při malých bočních zatíženích (asi 0,1–0,2 kg/cm²), klesala únosnost asi na 60 %. Při větších zatíženích (od 0,5 kg/cm²) již byla únosnost stejná jako při statickém namáhání. Lze to snadno vysvětlit tím, že staticky působící boční zatížení zmenšuje amplitudy proměnlivých smykových a normálních sil od dynamického zatížení základu. Ukazuje se, jak velký vliv má hloubka založení při navrhování základů strojů, a vysvětluje se tak, že při větších hloubkách založení se nesetkáváme s tím, že by při dynamickém namáhání byla v píscích překročena únosnost. Výsledků se užilo při zakládání elektrárny ve zvodnělých píscích na jižní Moravě.
- Ve válci větších rozměrů, umístěném na vibračním stole, byla studována velikost tlaku vody v pórech písku, který byl pod vodou vystaven otřesům. Tato otázka je důležitá při navrhování velkých zemních těles ve zdržích vodních děl (návodní svahy zemních hrází, např. v seismických oblastech, nebo při dynamických účincích vody přepadající v přelivových šachtách, dále tělesa komunikačních staveb ve zdržích atp.). Podle vývodů N. N. Maslova byl teoreticky studován a praktickými zkouškami potvrzen vzorec pro výpočet největší hodnoty tohoto tlaku, avšak navíc zkoušky potvrdily předpoklad, že i zde lze užít kritéria A. Casagrandeho o kritické pórovitosti, tj. že i u zhutněných písků se tento tlak zmenšuje, tvoří-li se v zemině smykové plochy.
- K účelům dimensování objektů vodního díla v seismické oblasti byl na velkém modelu opěrné stěny studován vliv otřesů na velikost zemního tlaku, a to jak nad vodou, tak i pod vodou. Opět se potvrdilo, že úhel vnitřního tření písku zůstává nezměněn proti statickému tlaku, že však je třeba zavést správně proměnlivost normálních a smykových sil na smykové ploše. Ukázalo se, že pokud je písek dostatečně zhutněn (pod kritickou pórovitostí), lze i pod vodou zvětšené tlaky počítat podle Coulombových předpokladů, a to tak, že se místo svislé tížnice zavede ta výslednice statických a dynamických sil, která je nejvíce odchýlená směrem k stěně (tedy nikoliv ta, která by dala maximální tlak na stěnu). U nakypřeného písku (s pórovitostí nad kritickou) však tlakem vody v pórech tlak na stěnu neobyčejně vzrůstá, takže součinitel tlaku na stěnu dosahuje velkých hodnot. Bylo navázáno jednání s autory japonských směrnic pro výpočet tlaků písku pod vodou na stěny v seismických oblastech, aby v tomto směru přezkoušeli správnost svých směrnic.

Tlak na stěnu působil kolmo, neboť na hladké stěně se snadno zrušilo tření. Naproti tomu uvnitř písku se vnitřní tření plně uplatnilo. Tento poznatek vede k tomu, abychom v seismických

oblastech navrhovali zdi tak, aby na jejich rubu se uplatňovalo vnitřní tření zeminy, např. zdi lomené, zdi s krakorci atp. Zkoušky ukázaly, že pouhé zdrsnění stěny snížilo aktivní tlak při otřesech o 30 až 40 %.

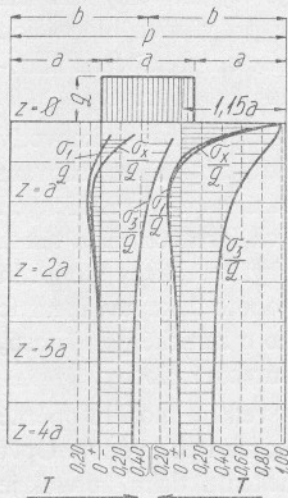
K měření tlaku vody v pórech hlinitých zemin v nepropustných jádrech zemních hrází byla zkonstruována aparatura, která byla osazena ve čtyřech profilech hráze Dolní Těrlicko u Ostravy.

Stavebnictví

Toto oddělení řeší především speciální otázky únosnosti konstrukcí zděných, betonových, železobetonových a konstrukcí z prostého i vyztuženého lehkého betonu. Výsledky těchto prací se zavádějí do praxe hlavně tím, že jsou podle nich revidována a zpřesňována ustanovení státních norem, směrnic a podmínek pro navrhování stavebních konstrukcí.

1. Konstrukce zděné a betonové

Výzkum byl zaměřen především na zjištění únosnosti zděných sloupů za mimostředního tlaku. Experimentálně bylo prokázáno, že sovětský předpoklad rovnoměrného rozdělení po tlacené části průřezu vystihuje dobře poměry na mezi únosnosti i u pilířů z našich domácích staviv, která se v některých důležitých vlastnostech značně liší od staviv sovětských.



152. Teoretická studie napjatosti pružné stěny.

152. Теоретическое исследование напряженности упругой стены.

152. Theoretical study of state of stress of elastic plate.

Soubor výzkumných prací v oboru zděných konstrukcí byl doplněn výzkumem únosnosti betonových základů zdí. Správné dimensování základů z prostého betonu má značný hospodářský význam, protože zmenšení jejich výšky znamenalo velké úspory betonu, po příp. i čerpání vody. Po srovnání našich a sovětských norem a publikací bylo přikročeno k experimentálnímu výzkumu na dvou sériích modelů základů zdí z prostého betonu s pevností 85 a 119 kg/cm². Ukázalo se, že únosnost byla ještě větší, než plyne ze vzorců pro průřezy prvků trámového charakteru, i když se v nich počítá s účinkem svislého tlakového napětí v ústupku.

Namáhání ústupku bylo proto řešeno jako případ rovinné napjatosti při roznášení tlaku (σ_1, σ_3 - hlavní napětí). Řešení vedlo k poznatku, že jen větší tahové napětí v ústupku je v jisté vzdálenosti od jeho horního povrchu, je úměrné tlaku shora na základ a nezmešuje se s rostoucí výškou základu. Potřebná výška je 1,75 vyložení u základu zdi a dvojnásobek vyložení u základu sloupu. Nevyhoví-li ústupek při posouzení tahového napětí, je třeba volit lepší druh betonu.

Závěry provedených teoretických i experimentálních studií mimo jiné ukázaly, že při zabezpečení dostatečné tuhosti stavby vhodným uspořádáním stropů a příčných zdí se v mnohých případech vystačí

ve všech podlažích se zdi 45 cm nebo 37,5 cm tlustou. Do praxe byly nové poznatky zavedeny normou o navrhování zděných konstrukcí.

2. Stavby v seismických oblastech

Stavby některých sídlišť, průmyslových objektů i vodních staveb na Slovensku si vyžádaly zásadní ujasnění problému seismických účinků. Práce byla zaměřena dvěma směry.

Za prvé byly stanoveny náhradní vodorovné síly, které vzbudí v konstrukci stejná namáhání jako zemětřesení určitého stupně.

Za druhé se zkoumalo, jak uspořádat konstrukci budovy co nejvhodněji, tak aby vzdorovala zemětřesení, aniž by bylo třeba provádět mimořádné nákladné zajištění v konstrukcích.

Výsledek šetření o náhradních silách vedl k tomu, že byly přesně ohraničeny oblasti, v nichž je třeba počítat s účinky zemětřesení v našich zemích. Zaujímají jen velmi malou část státního území, neboť výzkum ukázal, že budovy dimensované podle norem uvedených v předchozím odstavci jsou s to vzdorovat i zemětřesení VI. stupně. Pokud jde o volbu vhodného konstruktivního systému, ukázalo se, že lze dosáhnout dostatečné tuhosti správnou volbou vzdálenosti příčných ztužidel. Byl odvozen a uveřejněn způsob výpočtu účinku zemětřesení na různé druhy staveb, jakož i na vodní a zemní tlak.

Na základě pozorování a historických zpráv za posledních 200 let byla stanovena intenzita zemětřesných účinků na naše stavby pozemní, mostní a vodní a byly sestaveny směrnice pro konstrukci a výpočet. Úhrnné výsledky ukázaly, že zahraniční způsoby výpočtu nejsou pro naše podmínky mírnějšího zemětřesení vhodné a že by zbytečně zvyšovaly náklady na stavby.

Výsledky tohoto výzkumu byly již také pojaty do našich stavebních předpisů a norem a slouží od r. 1954 při projektování staveb v našich zemětřesných územích.

3. Zdi montované z bloků

Řadou výzkumných prací, věnovaných únosnosti a stabilitě montovaných pilířů, byly získány poznatky potřebné k určení dovolených namáhání a součinitelů vzpěrnosti pro zdivo z cihelných a škvárobetonových bloků. Tak bylo umožněno doplnit tradiční způsoby stavby obytných čtvrtí novodobými metodami, využívajícími také místních zdrojů, a tím urychlit celou bytovou výstavbu.

4. Nové druhy konstrukcí

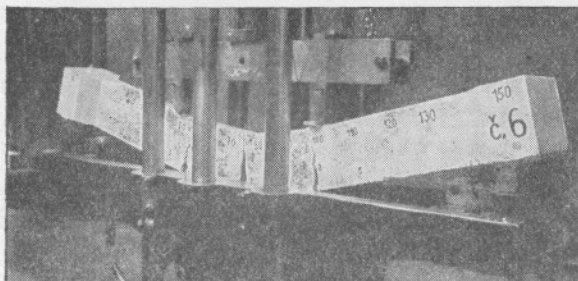
V oboru nových pokrokových konstrukcí byla vyřešena řada dílčích výzkumných problémů. Tak na příklad výsledky teoretického i experimentálního zkoumání otázky minimální výztuže průřezu potvrdily, že je možné snížit předepsané minimální procento vyztužení, že však jeho hodnota závisí na druhu betonu.

Přínosem bylo úspěšné vyřešení úkolu „Mezní stav výztuže v konstrukcích ze železobetonu“. Při řešení šlo o zjištění, jaké napětí je v obetonované kruhové výztuži ohýbaných trámů při dosažení meze únosnosti průřezu. Teoretické studie byly ověřeny experimentálním výzkumem, v němž byl zkoumán vztah mezi napětím oceli na mezi průtažnosti a napětím, které vzniká ve výztuži na mezi únosnosti průřezu.

Výsledky ukázaly, že mezní napětí v obetonovaném prutu je vždy větší než mez průtažnosti určená podle normy v trhačím stroji. Teoretické vysvětlení tohoto jevu je založeno na hypotéze o rozdělení strukturálních kazů v materiálu. Poněvadž z výsledků vyplývá, že mezní napětí nemůže ani v prutech částečně obnažených klesnout pod statistické minimum meze průtažnosti, lze tuto hodnotu přijmout zcela bezpečně za nejmenší možné mezní napětí výztuže a upravit podle toho výpočet. Na základě toho byl upraven návrh na využití v praxi, který znamená značnou úsporu betonářské oceli.

Dalším významným úkolem je vyřešení nového způsobu *dimensování smykové výztuže*. V této otázce se názory vedoucích odborníků v různých zemích podstatně liší.

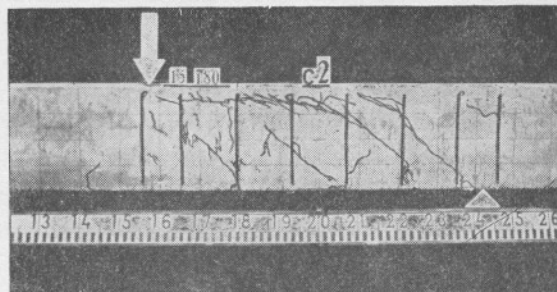
Pro stanovení vlivu smykové výztuže na únosnost prvků ze železobetonu byly zkoušeny čtyři skupiny po třech železobetonových trácích, které měly stejný průřez a podélnou výztuž, lišily se pouze úpravou třmínků a šikmých vložek.



153. Experimentální stanovení napětí v obetonované kruhové výztuži.

153. Экспериментальное определение напряжения в забетонированной круглой арматуре.

153. Experimental determination of stresses in concreted circular reinforcement.



154. Únosnost ve smyku ohýbaných konstrukčních prvků ze železobetonu.

154. Несущая способность при сдвиге изгибаемых конструктивных элементов из железобетона.

154. Shear strength of structural reinforced concrete elements under flexion.

Byla rozvinuta teorie porušení železobetonového nosníku smykem za ohybu. Při řešení se počítalo s tím, že tlačný beton přenáší určitou část smykové síly. Tím se problém stává značně složitým, protože je mimo jiné vlivy třeba brát do počtu také normální síly v trámu (mohou vzniknout např. smršťováním, změnou teploty apod.) Tyto síly mají podstatný vliv na únosnost konstrukce ve smyku, jak ukázalo nedávné zřícení části rámového skladistiště v Americe.

5. Proměnnost mechanických vlastností staviv

Základem každého návrhu musí být důkladná znalost vlastností materiálu, ze kterého se má budovat. V tomto oboru přineslo uplynulé období velmi mnoho nových poznatků o náhodné proměnnosti mechanických vlastností stavebních hmot. Před provedením příslušných výzkumů se např. nevědělo, že mez pružnosti naší oceli se může u vzorků vyseknutých z téhož dodaného prutu velmi značně lišit (např. v jednom případě od 2426 kg/cm² do 3099 kg/cm²). Vědělo se, že každá betonová krychle má jinou pevnost, teprve výzkumem byla však stanovena pravděpodobná průměrná hodnota směrodatné odchylky za různých výrobních poměrů a byla určena hodnota, pod kterou nikdy neklesne pevnost při řádném provádění stavby podle uznaných pravidel. Byly shromážděny výsledky z různých druhů našich stavebních ocelí jakož i betonů, cihelného i betonového zdiva a některých druhů lehkých betonů. Ze získaných výsledků byly odvozeny minimální možné hodnoty mezních napětí jednotlivých materiálů.

Výsledky tohoto výzkumu se využívají při revizi ČSN. Již v r. 1959 byl předložen iniciativní návrh základních zásad pro navrhování stavebních konstrukcí podle mezních stavů.

Rekonstrukce historických staveb

Pro předčasné zestárnutí konstrukcí vlivem špatné jakosti nebo mimořádně agresivního prostředí, zvýšené nebo změněné požadavky na konstrukce a konečně pro škody způsobené živly nebo náhodami (požár, provoz, válečné události) bylo velmi často třeba rekonstruovat hlavně zděné

a betonové stavby. Nutnost předem ověřit kvalitu materiálu popřípadě funkci poškozené konstrukce vede ve všech závažných případech k účasti ústavu. Bylo tomu tak již při nápravě materiálních škod způsobených za války 1939—1945. Na účinnou pomoc ústavu a jeho pracovníků v tom směru bylo zde již poukazováno.

Velmi početné jsou *rekonstrukční práce historických stavebních památek*. Tento pozoruhodný druh péče o historicky cenné stavební objekty se rozvinul hlavně po válce 1939—45, kdy byly požárem poškozeny i některé části Pražského hradu. Tyto rekonstrukční práce byly spojeny s vytvořením nové techniky restaurace starého zdiva a konstrukcí za použití nových, moderních prostředků, jako je železobeton, stříkaný beton, cementové injekce, kotvení, sešívání výztuží a hmoždinkami atd.

Z dlouhé řady prací tohoto druhu uvedme alespoň ty nejdůležitější: četné objekty Pražského hradu (západní a severní křídlo, Belveder, Míčovna, Jízdárna, Jiřská ulice, Jelení příkop, Španělský sál atd.), letohrádek Hvězda, bývalý klášter Na Slovanech - Emauzy, historický kostel a věž v Ústí n/Labem, kostel v Chebu, klášter na Strahově, kaple Betlémská a četné další kostely, chrámy, rotundy, musea, radnice a jiné stavby historické ceny.

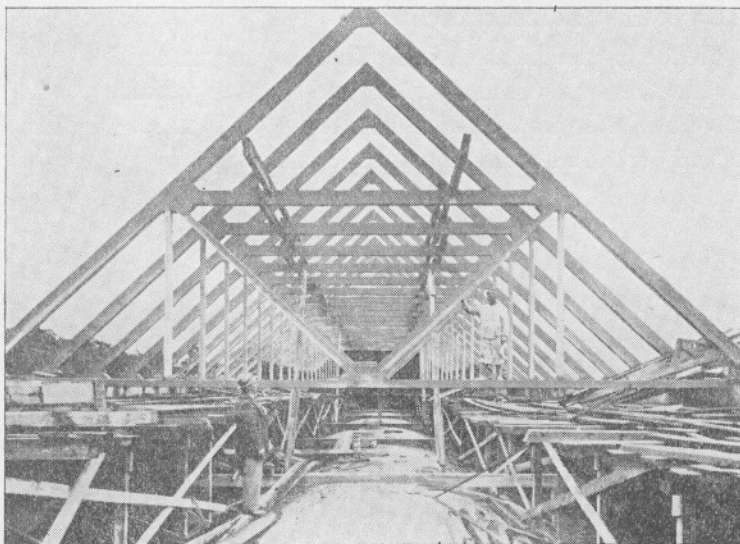
Při výstavbě vodního díla Orlicko bylo provedeno zajištění hradů Orlicko, Zvíkov a přestěhování historického kostelíka v Červeném n/Vltavou.



155. Trosky Míčovny po požáru.

155. Развалины «Мíčовны» после пожара.

155. Ruins of "Ballhouse" after fire.



156. Střešní konstrukce - železobetonové vazníky.

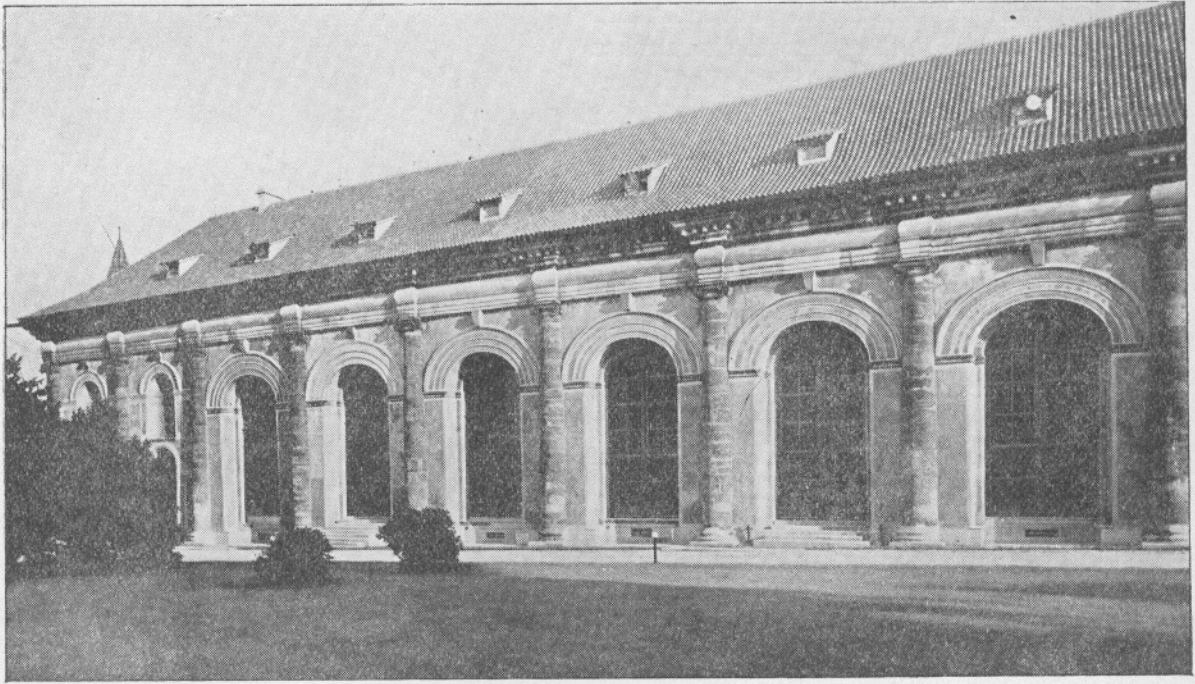
156. Кровельная конструкция - железобетонные стропильные фермы.

156. Roof structure - reinforced concrete trusses.

1. Míčovna na Pražském hradě

V květnu 1945 byla bombardována a zapálena Míčovna na Pražském hradě. Shořel přitom krov a palivo uložené uvnitř budovy. Kromě stropů a střechy byly žárem zničeny i obvodové zdi z opuky až do hloubky 30 cm (tloušťka zdi 130 cm). Rekonstrukce objektu o půdorysu 63×12 m² obsahovala:

a) konstrukci železobetonových stropů na dvou vnitřních podporách s konsolovým vyložení po celém obvodu (v úrovni Královské zahrady), aby se tak na staré zdivo a málo únosné základy nepřenesla nová zatížení;



157. Budova Míčovny po rekonstrukci.
 157. Здание «Мíčовны» после реконструкции.
 157. "Ballhouse" after reconstruction.

b) zpevnění starého obvodového zdiva v r. 1945—47 jednak plombováním betonem, jednak injektováním zdiva v nosných pruzích vodorovných a svislých. Trhliny byly injektovány, zdivo porušené trhlinami bylo opatřeno výztuží Roxor, vkládanou do vrtů délky až 8 m a pod tlakem zainjektovanou;

c) zhotovení nové železobetonové klenby oválného tvaru podle stop na příčných zdech. Klenba má tloušťku 5 cm a obsahuje asi 4 kg/m² výztuže z normální oceli;

d) novou střešní konstrukci vytvořenou z prefabrikovaných příhradových vazníků $l = 15$ m uložených na obvodním železobetonovém věnci na vzdálenost 1,70 m. Na tyto vazníky o váze 1800 kg byla osazena dvojitá krytina z vutových desek z lehkého betonu ($l = 1,70$ m, $b = 0,33$ m, $t = 4$ cm) s betonovými lištami pro osazení prejzové krytiny do vápenné malty.

2. Historický kostel v Ústí n/Labem

V dubnu 1945 bylo letecky bombardováno Ústí n/Labem. Byl při tom vážně poškozen též historický arciděkanství kostel ze začátku 16. století. Do nejbližšího okolí spadlo a vybuchlo pět leteckých bomb po 1000 lbs. Ty zasáhly chrámovou loď a nejbližší okolí věže, jež byla porušena na dvou protilehlých stranách svislou trhlinou až 13 cm širokou od zvonice až do základů. Obě části věže se přitom po sobě posunuly tak, že osa věže se vychýlila od svislice. Pod základy byla dodatečně zjištěna dutina o obsahu 3,5 m³.

Další bomba (šestá) pronikla kněžištěm a klenbou dovnitř kostela do hloubky 4 m pod jeho dlažbu. Na štěstí ale nevybuchla. Byla potom odstraněna a zneškodněna.

Rekonstrukce celého objektu spočívala:

a) v dočasném zabezpečení vychýlení věže ve dvou kolmých směrech dřevěnou konstrukcí. Pů-



158. Zajištění porušené věže kostela v Ústí n/L.

158. Обеспечение разрушенной башни костела в Усти н/Л.

158. Securing of damaged tower of church in Ústí n. Labem.

vodní vychýlení vrcholu věže kolmo na osu chrámu bylo 100 cm, při zajišťování vzrostlo o 86 cm. Ve směru kolmém činila konečná výchylka 45 cm;

b) *v zainjektování zdiva věže*, hlavně v okolí trhlín. Předtím byly široké trhlíny v celé tloušťce kamenného zdiva ($t = 180$ cm) pečlivě zabetonovány. Na protilehlých stranách trhlín bylo porušené zdivo provrtáno, do vrtu vložena ocel Roxor $\varnothing R 28$ a zainjektována. Vzdálenost vrtů 1,2 až 1,7 m. Věž byla vyztužena vytvořením tří železobetonových podlaží roštové soustavy s obvodovými obrubami zapuštěnými do starého zdiva. Aby se zabránilo dalšímu vzájemnému posuvu zdiva, byly obě části věže spojeny železobetonovými hmoždíky rybinovitého tvaru ($l = 100$ cm, $b = 50$ cm, $t = 50$ cm);

c) *v obvodovém stažení a rozšíření základového zdiva věže* železobetonovým vnějším pásem tak, aby při konečném dosednutí na základovou půdu bylo její zatížení menší než $3,5$ kg/cm² (váha věže 8000 t). Rovněž základy čtyř štíhlých kamenných sloupů s kanelurami ($h = 16$ m) o opsaném průměru 80 cm byly rozšířeny obetonováním;

d) *v dozdění vybombardovaného zdiva* obvodového a zhotovení dvou gotických oken s kamennými příčlemi a sloupky podle původního tvaru;

e) *v doplnění částí diamantové klenby* zasažené bombami železobetonovou skořepinou tloušťky 5 cm původního tvaru s kamennými žebry, rovněž podle původního uspořádání;

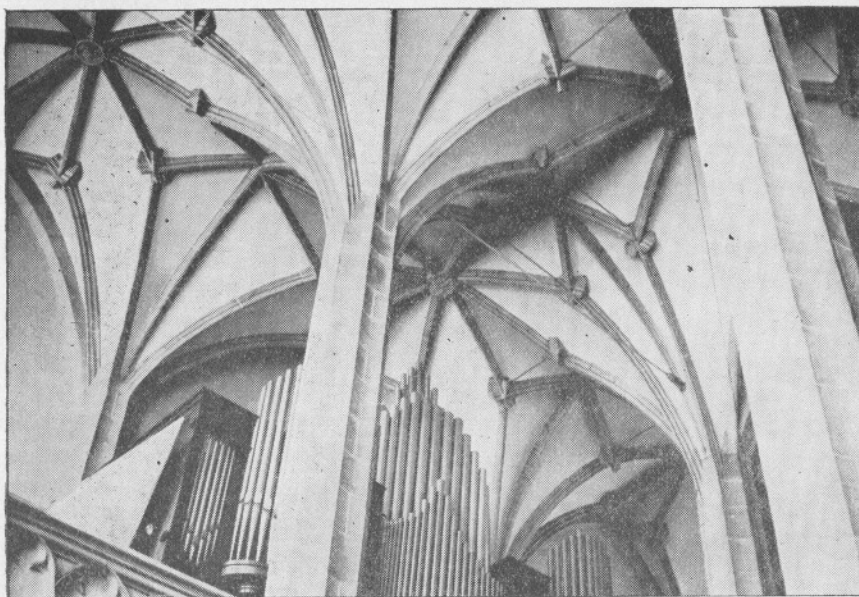
f) *ve zpevnění ostatních částí kleneb* porušených trhlinami rubovou vyztuženou stříkanou omítkou tloušťky 3 cm;

g) *v opravě částí poškozené střešní konstrukce* dřevem.

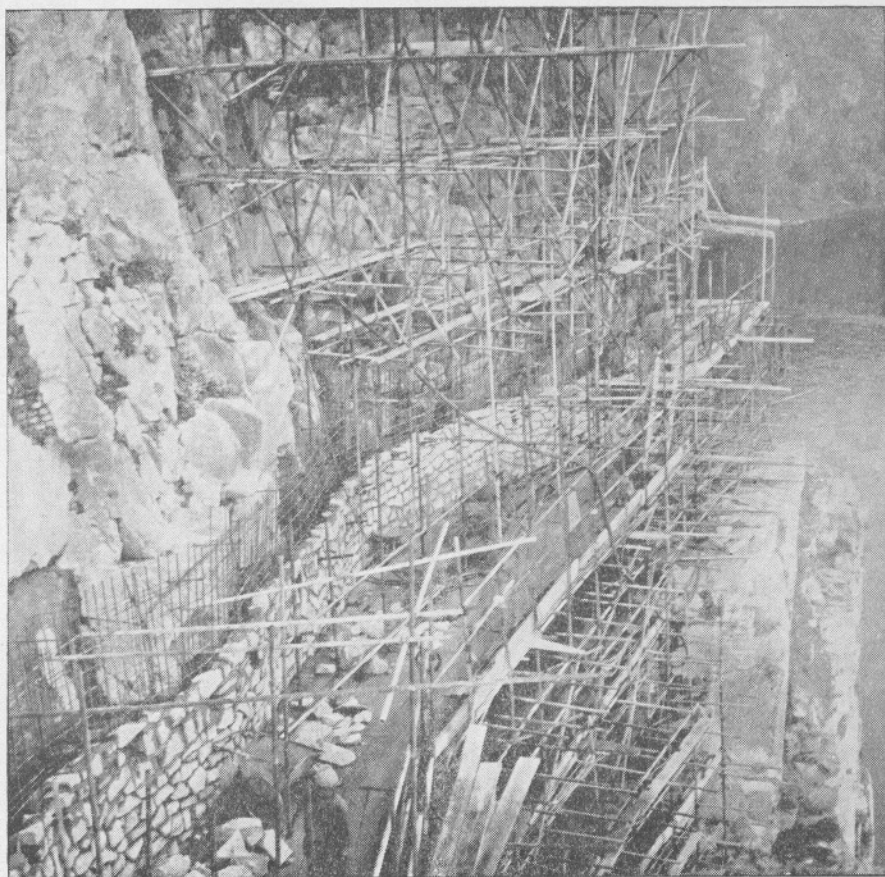
Po této úpravě je to u nás jediný kostel s věží vychýlenou téměř o 2 m při výšce 56 m.

3. Zátopová oblast vodního díla Orlík

Zvýšením vodní hladiny byly ohroženy i historicky cenné objekty: hrady Orlík a Zvíkov, kostelík v Červené n/Vltavou.



159. Opravená klenba kostela v Ústí n/L.
159. Ремонтированный свод костела в Усти н./Л.
159. Repaired vault of church in Ústí nad Labem.



160. Zajištění skály hradu
Orlík.
160. Обеспечение скалы
кремля Орлик.
160. Securing of the cliff of
Orlík castle.

Hrad Orlik. Jeho základy (skála) byly zajištěny injkcemi a železobetonovým pancéřem s povrchovým kamenným zdívem v úrovni budoucího kolísání vodní hladiny. Železobetonový pancéř byl zakotven do hloubky 6 m. Zdivo porušené staršími trhlinami, které se částečně nově otvíraly, bylo zajištěno železobetonovými pásy do něho vloženými.

Hrad Zvíkov. Zde byly částečně zajištěny zbytky starého zdiva, které se postupem času zřítilo, a byla vytvořena vyhlídková terasa v tzv. palácovém prostoru.

Kostelík v Červené n/Vltavou z počátku 13. století byl rozebrán a přenesen mimo zátopovou oblast. Je pozoruhodný svými žulovými žebry obdélníkového průřezu a částečně renezanční freskovou výzdobou.

Pomoc praxi

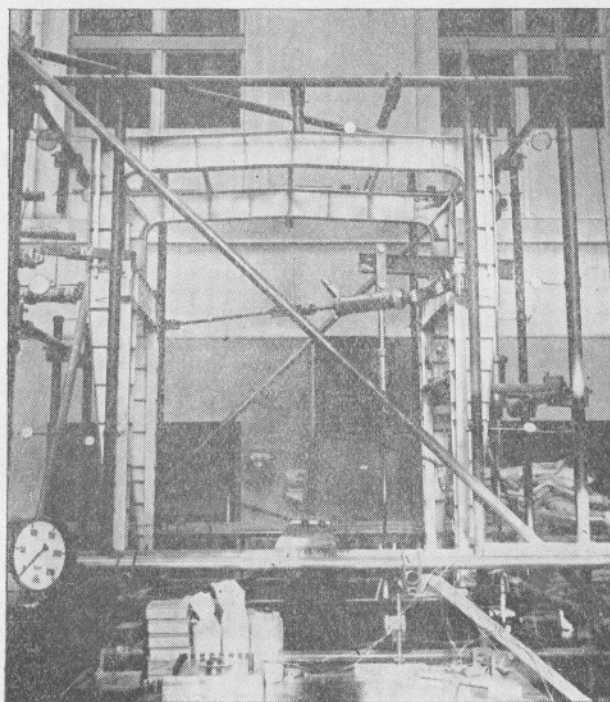
Zatímco před začleněním ústavu do Československé akademie věd byla pomoc praxi hlavní částí prací, byla po r. 1953 zaměřena pouze na mimořádné úkoly výstavby, které si vyžadovaly buď pomoc Ústavu teoretické a aplikované mechaniky, nebo jeho specializovaných pracovníků.

Styk s praxí, jejími potřebami a jeho vyústění v přímé pomoci mají význam nejen pro praxi samu, ale i pro pracovníky, kteří tyto úkoly řeší. Mimořádnost daných úkolů je na jedné straně výbornou příležitostí k ověření vědeckých metod a výsledků práce pro vědecké pracovníky a na druhé straně zajišťuje tak užitečný a potřebný jejich styk s praxí. Na těchto úkolech je pak možno i hospodárně aplikovat nové, pokrokové metody práce ať již z hlediska teoretického či experimentálního výzkumu. Tvoří proto pomoc praxi nezbytnou část práce ústavu, jehož vědecké úkoly, byť i dlouhodobé povahy, mají vždy konečné měřítko a hodnocení v praxi.

Zvláštní formou této pomoci praxi pracovníky ústavu jsou zlepšovací návrhy.

1. *Vodní dílo Orlik* kladlo svým rozsahem i vysoké požadavky na znalosti všech pracovníků projekce a prováděcího závodu. Pracovníci Ústavu teoretické a aplikované mechaniky se podíleli na řešení všech těchto úkolů hlavně v rámci Komise pro pomoc vodnímu hospodářství při Československé akademii věd - a v rámci patronátu nad stavbou.

Uvedme jen stručný výčet hlavních otázek, které byly řešeny: Použití rozpadových štěrkopísků z místního naleziště Podkova, chlazení betonu předchlazením jeho součástí a použitím zabetonovaných chladicích hadů ve vztahu k velikosti a tloušťce bloků a celkové rychlosti betonáže, kontrola vlastností betonu s ohledem na pomalý vzrůst pevnosti použitého směsného cementu (železoportlandský cement, Králův Dvůr) a použití nedestruktivních metod kontroly (dynamický modul pružnosti) za současného omezení počtu destruktivních zkoušek. Náhrada části cementu (20—30%)

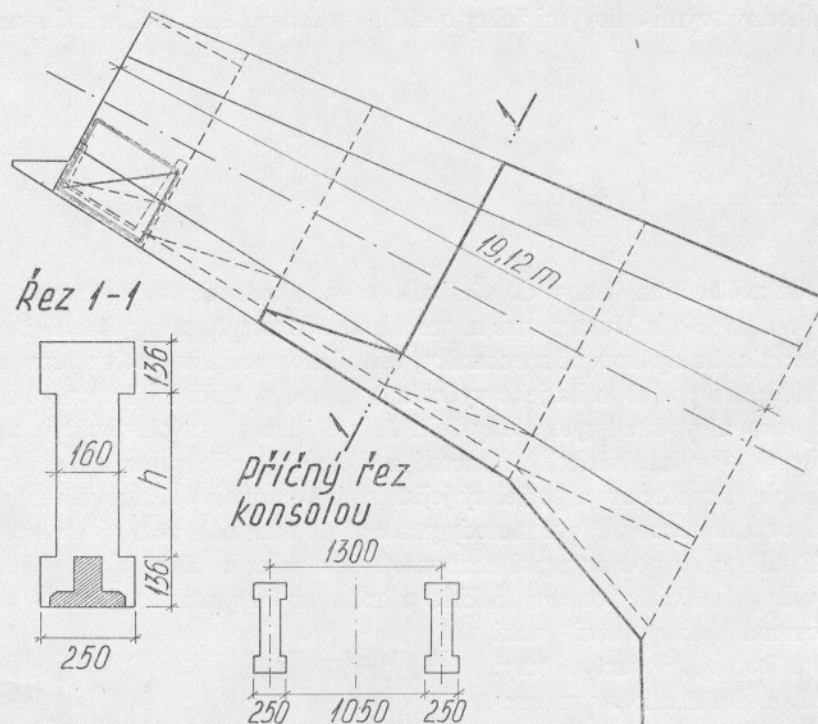


161. Zkouška modelu strojovny.

161. Испытания модели машинного зала.

161. Test of machine hall model.

létavým popílkem z tepelných centrál, její vliv na krychelnou pevnost, smrštění a mrazuvzdornost betonu. Dlouhodobá kontrola objemových změn, teplot, napjatosti a mechanických vlastností betonu (E) v tělese hráze. Konstrukce strojovny hydrocentrály vytvořená ocelovou kostrou a železobetonovými prefabrikovanými panely, které nahrazovaly též normální střešní zavětrovací nosník. Prostorové působení této složené konstrukce bylo ověřováno na modelu 1 : 10.



162. Schéma postupné betonáže železobetonových konsol a příčného ztužidla.

162. Схема последовательного бетонирования железобетонных консолей и поперечной связи.

162. Scheme of concreting reinforced concrete cantilevers by progressive method.

Model byl při zkoušce zatěžován svislými i vodorovnými silami. Působení železobetonových desek bylo nahrazeno táhly různých průřezů. Tuhost ve střešní rovině má vliv na chování celé konstrukce.

2. *Most ve Žďakově.* Ocelová konstrukce nosného mostního oblouku byla předmětem výzkumného úkolu ústavu. Na zásady, metodiku a výsledky řešení bylo již poukázáno vpředu (obr. 95).

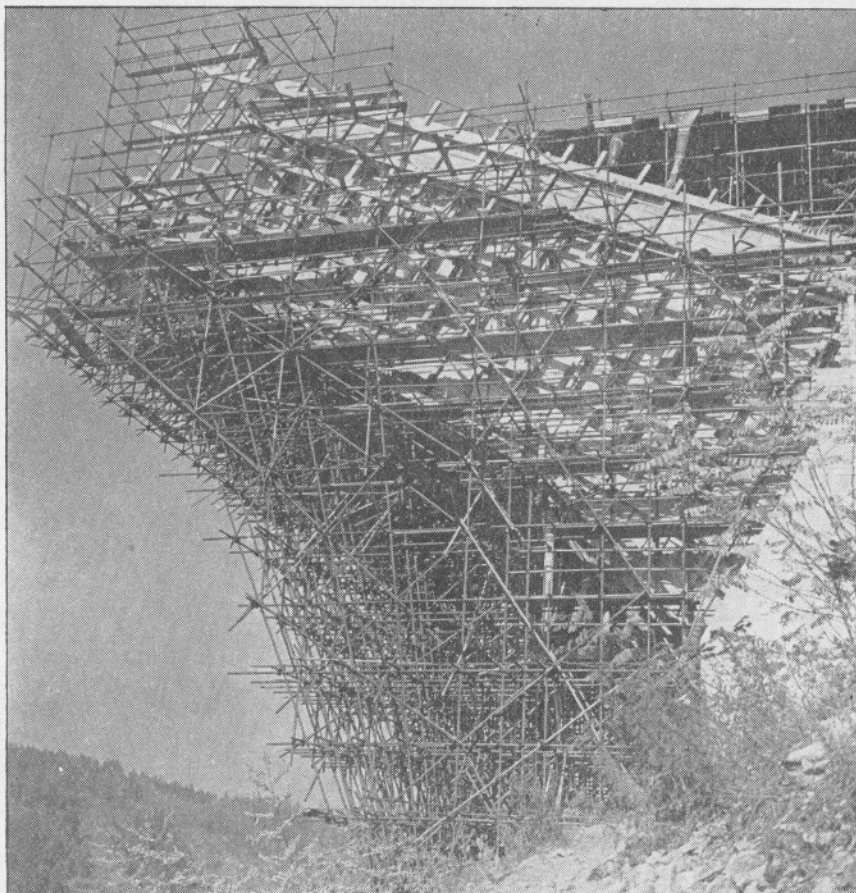
Provedení železobetonových konsol, které nesou ocelový mostní oblouk, jakož i železobetonových pylonů v obtížných podmínkách hlavně pravého břehu kladlo mimořádné požadavky na konstrukci skruže a vlastní betonování těžkých konsol a příčných ztužidel.

Postupným betonováním těžkých železobetonových konsol (bloky 2,7 až 5 m délky) na pomocných železobetonových konsolách (letmá betonáž) se značně snížila zatížení skruže a dosáhlo se úspor při zvýšené bezpečnosti.

Podobným postupným způsobem byla betonována i příčná ztužidla železobetonových pylonů.

Použití převislé trubkové konstrukce skruže zakotvené do základového bloku pylonů (pravý břeh) zjednodušilo a usnadnilo práci i na tomto nepříznivém břehu.

3. *Zavěšená střešní konstrukce* polyekranu v Praze má dvojí křivost opačného smyslu, což jí dodává tuhosti. Je nesena dutým ocelovým obloukem rozpětí 55 m, vetknutým do patek, a příhradovým (ležatým) nosníkem výšky 3 m a délky 44 m, jenž spočívá na ocelových rozkročených sloupech. Proti překlopení je oblouk zajištěn šesti svislými táhly zakotvenými do země. Nosná ocelová konstrukce zastřešení váží přibližně 47 kg/m².



163. Převíslá trubková skruž pravobřežní konsoly.
 163. Найвысшее трубчатое скружало правобережной консоли.
 163. Overhung tubular centering of right bank cantilever.

4. *Montované lehké přístřešky z laminátových panelů.* Samostatné buňky této střešní konstrukce tvoří šestiúhelníkové jehlany spočívající na duté ocelové noze. Jsou montovány z trojúhelníkových laminátů, skořepinových panelů s ocelovou trubkovou obrubou. Laminátová skořepina je při vrcholu kuželová, při základně rovinná. Hyperbolická hrana vyztužuje skořepinu proti vyboulení. Při zkouškách nastalo prolomení laminátu při rovnoměrném zatížení 165 kg/m².

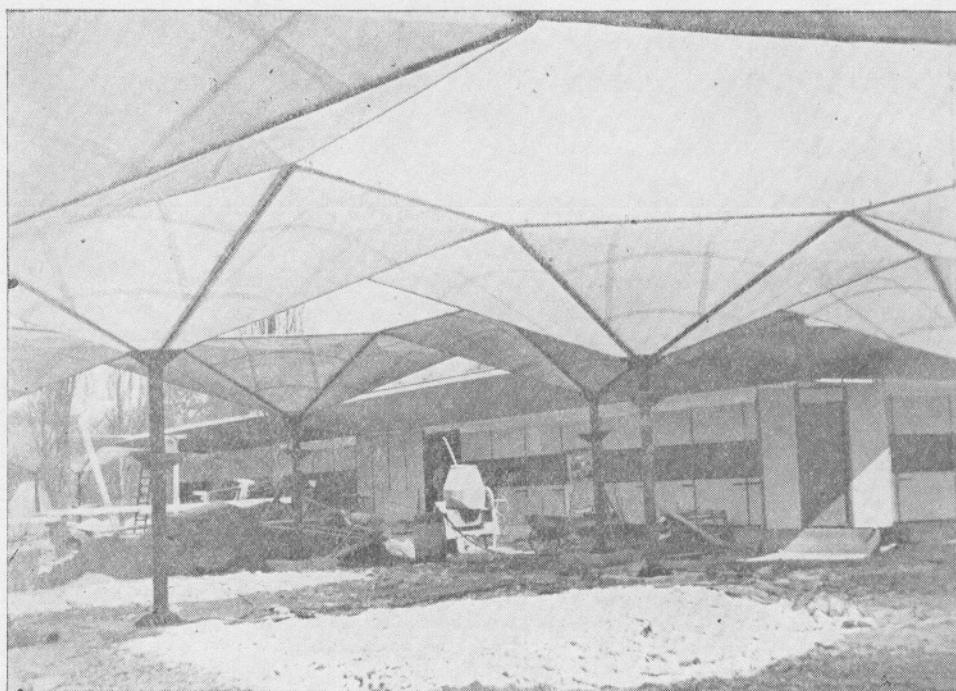
5. *Laminátová klenba* je příkladem použití velkorozměrových laminátů ve stavebnictví. Konstruktivní prvek tvoří polyesterový laminát tloušťky 3,0 mm s výztužnými žebry. Tato laminátová konstrukce byla vyzkoušena na dvou typech klenb o třech kloubech:

rozpětí: 4,90 m, vzepětí 3,95 m,
 rozpětí: 10,0 m, vzepětí 5,0 m.

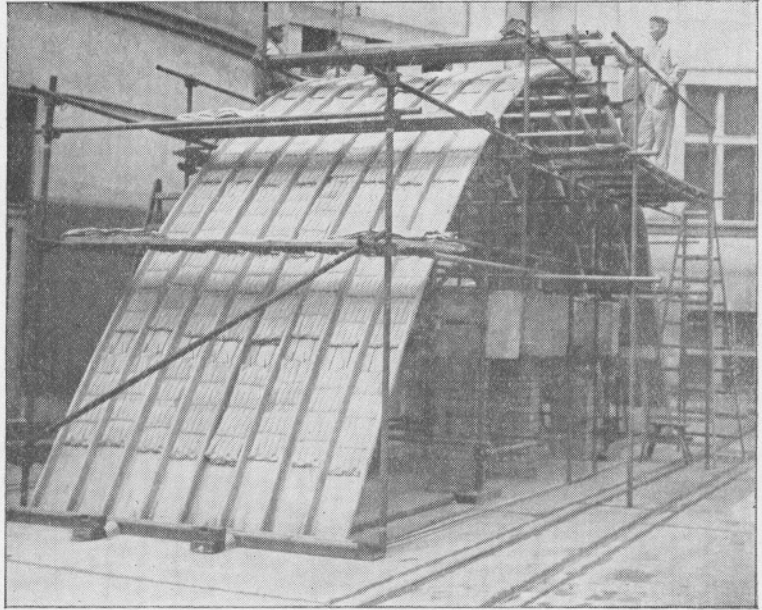
Laminátových konstrukcí tohoto typu bylo použito na československých výstavách v Moskvě a Kyjevě v r. 1960. Podrobné ověření statického působení i za dlouhodobého účinku zatížení vytvoří



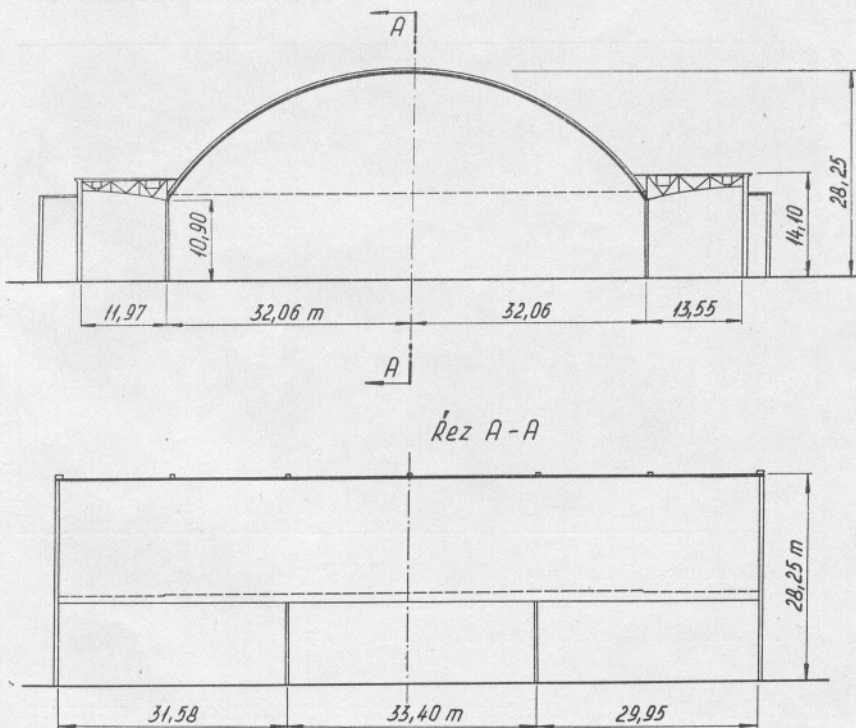
164. Zavěšená střešní konstrukce.
164. Подвесная кровельная конструкция.
164. Suspended roof structure.



165. Laminátové přístřešky.
165. Навесы из слоистых пластиков.
165. Laminate sheds.



166. Zatěžovací zkouška laminátové klenby.
 166. Испытания на нагрузку свода из слоистых пластиков.
 166. Load test of laminate vault.



167. Příčný řez válcovou skořepinou.
 167. Поперечный разрез цилиндрической оболочки.
 167. Cross-section of cylindrical shell.



168. Pohled na ortotropní skořepinu zespodu.

168. Вид снизу ортотропной оболочки.

168. View of orthotropic shell from below.

průřezu. Šířka jeho horní základny v rovině mostovky je 4,5 m, šířka dolní základny 4,0 m. Výška průřezu uprostřed rozpětí mostu je 1,8 m, nad vnitřními podporami 2,3 m, nad krajními podporami opět 1,8 m. Mostovku tvoří ortotropní deska z téže slitiny, vyztužená žebry uzavřeného průřezu. Chodníky jsou uloženy na konsolách, o vyložení 3,75 m po obou stranách hlavního nosníku. V prostorové úpravě je pro vozovku vyhrazena šířka 6,0 m, pro chodníky po 3,0 m.

Předpokládá se, že bude použito materiálu typu Al Mg 3, svařitelného v ochranné atmosféře argonu, odolného proti korozi, mechanických vlastností s časem neměnných. Je to první návrh mostu z lehkých slitin v ČSSR. Je navržen k přemostění Jeleního příkopu na Pražském hradě.

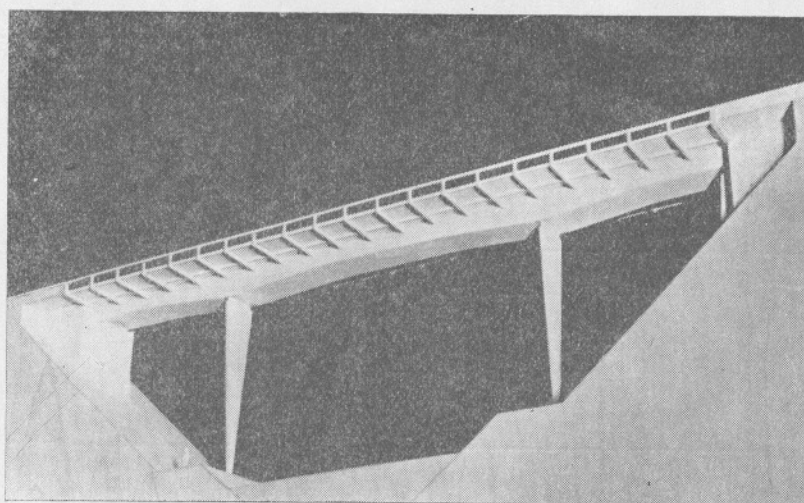
předpoklady pro využití těchto konstrukcí v průmyslové výstavbě a zastřešení trvalých výstavních hal.

6. Zastřešení Zimního stadiónu v Praze.

K zastřešení Zimního stadiónu v Praze bylo použito ortotropní válcové ocelové skořepiny o rozpětí 65,0 m, délky 95 m, vzepětí 17,0 m. Rozpětí skořepiny mezi hlavními obloukovými žebry je průměrně 17,0 m. Plášť skořepiny je 4 m tlustý a je vyztužen dvěma systémy žebér. Oblouková žebra jsou 250 mm vysoká, podélná 150 mm. Skořepina byla uvažována po okrajích jako pružně uložená. Při posuzování její stability vycházelo se z teorie konečných průhybů upravením nelineárních diferenciálních rovnic Kármánových pro ortotropní skořepiny.

7. Konstrukce mostu z lehké slitiny Al-Mg

v Praze. Konstrukce mostu je navržena celosvařovaná. Tvoří ji nosník o třech polích s náběhy u vnitřních podpor. Rozpětí polí je 16,0 m + 32,0 m + 16,0 m. Krajní podpory jsou betonové, vnitřní tvoří ocelové sloupy výšky 14,0 m. Nosnou konstrukcí mostu je jediný nosník uzavřeného, lichoběžníkového



169. Model mostní konstrukce z lehké slitiny Al-Mg.

169. Модель конструкции моста из легкого сплава Al-Mg.

169. Model of bridge structure of light Al-Mg alloy.

Publikační činnost Ústavu

Publikační činnost každého výzkumného ústavu tvoří nutný a velmi důležitý článek jeho činnosti. Kromě přímých zásahů ústavu a jeho pracovníků při řešení nejobtížnějších technických problémů výstavby je to nevhodnější způsob rychlého přenášení výsledků výzkumu do nejširší praxe.

V počátečním období se musel ústav spokojit s publikací v časopisech.

1. Zprávy o pracích ústavu v časopisech 1922 — 1929 :

1. Prof. inž. *F. Kloknér*: O Výzkumném ústavě stavebně inženýrském, Věst. Masarykovy akademie práce, 1922.
2. Prof. inž. *F. Kloknér*: Pískový cement a jeho upotřebení při stavbě údolních přehrad v Americe, Věstník Masarykovy akademie práce, 1922.
3. Inž. dr. *Ľ. Bašta*: Mechanika homogenního rohu, nákladem Masarykovy akademie práce, 1925.
4. Prof. inž. *F. Kloknér*: O některých pracích Výzkumného a zkušebního ústavu hmot a konstrukcí stavebních, zvláštní otisk z časopisu „Staviteľské listy“, 1925,
5. Prof. inž. *F. Kloknér*: Zprávy o zkouškách válených nosníků, Zprávy čl. normalizační společnosti, 1925.
6. Prof. inž. *F. Kloknér*: Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních v Praze, zvláštní otisk z „Popisu čl. výzkumných a zkušebních ústavů“, Praha 1926.
7. Prof. inž. *F. Kloknér*: Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních při Českém vysokém učení technickém v Praze, Zvláštní otisk z časopisu „Zprávy veřejné služby technické“, č. 3, v Praze 1926.
8. Inž. dr. *B. Hacar* - inž. dr. *L. Čížek*: Logaritmický zákon vzrůstu pevnosti betonu a malty s dobou tvrdnutí, Technický obzor, 1926.
9. Prof. inž. *F. Kloknér*: Vzrůst pevnosti betonu a malt se stářím, Sborník Masarykovy akademie práce, 1927, seš. 9.
10. Inž. dr. *Ľ. Bašta*: Experimentální studie o statice schodů visutých vůbec a točitých zvláště, nákladem Masarykovy akademie práce, 1928.
11. Prof. inž. *F. Kloknér* - inž. dr. *B. Hacar*: Vliv vazby na pevnost zdiva z lomového kamene v tlaku, Technický obzor 1929, č. 6.

Později vydával ústav svoje **Zprávy**; nejdříve (1926) jakožto zvláštní otisky článků z těchto časopisů a nakonec (1931) vlastním nákladem. Do roku 1939 vyšlo 17 čísel těchto Zpráv. Za války vyšlo pouze jedno číslo.

2. Zprávy Výzkumného a zkušebního ústavu hmot a konstrukcí stavebních 1926 — 1948 :

1. Prof. inž. *F. Kloknér*: Nové směry ve zkoušení betonu, 1926.
2. Prof. inž. *F. Kloknér* - inž. dr. *B. Hacar*: Zatěžkácká zkouška sloupu z ovinuté litiny, 1929.
3. Prof. inž. *F. Kloknér*: Zkoušky cihel velkého a malého formátu a zdiva z nich, 1931.
4. Prof. inž. *F. Kloknér*: Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních při Českém vysokém učení technickém v Praze, 1931.
5. Prof. inž. *F. Kloknér*: Poměr mezi houževnatostí a pevností různých cementů, 1931.
6. Inž. dr. *L. Čížek*: Mechanické zkoušky dřev, 1932.

7. Prof. inž. *F. Klokner* - inž. dr. *B. Hacar*: Vnitřní zahřívání betonu. Zkoušky čs. portlandských cementů v r. 1926 až 1931. 1932.
8. Prof. inž. *F. Klokner* - inž. dr. *B. Hacar*: Srovnávací zkoušky svařovaných a nýtovaných nosníků, 1932.
9. Prof. inž. *F. Klokner*: Zkoušky kabřinců a zdíva z nich. Zkoušky zdíva z lehčených cihel. Zkoušky zdíva továrních komínů z radiálních cihel. Zkoušky zdíva vyňatého ze starých budov, 1933.
10. Prof. inž. *F. Klokner*: Závislost pevnosti betonu v lomu na rozpětí zkušebních trámek. Zkoušky pružnosti betonu, 1933.
11. *F. Klokner, A. Záruba-Pfeffermann, B. Hacar*: Zkoušky základové půdy ve Velké Praze, 1934.
12. Prof. inž. *F. Klokner*, inž. dr. *B. Hacar*; Zkoušky přivařených prutů namáhaných tahem, 1934.
13. Prof. inž. *F. Klokner*: Zkoušky spěchovatelnosti betonu. Zkoušky pevnosti a pružnosti betonu pěstovaného různými způsoby.
Inž. dr. *M. Jirsák*: Objemové změny betonu při tvrdnutí a při změnách vlhkosti a teploty, 1936.
14. Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních při Českém vysokém učení technickém v Praze. Jeho vznik, účel a popis, 1937.
15. Inž. dr. *B. Hacar*: Zkoušky zvukového útlumu stavebních konstrukcí, 1937.
16. Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních při Českém vysokém učení technickém v Praze, 1938.
17. Inž. dr. *M. Jirsák*: Měření otřesů staveb, 1939.
18. Inž. dr. *Q. Záruba - Pfeffermann*: Určování těžitelnosti hornin, 1941.
19. Prof. inž. dr. *F. Faltus*: Vliv elektrody a zručnosti svařeče na výsledek návarové zkoušky, 1948.

Po válce byla publikační činnost ústavu obnovena teprve v r. 1948. V rámci řady Sborníků a Zvláštních otisků Vysoké školy inženýrského stavitelství vyšly nakonec tyto publikace jakožto Zprávy ústavu:

- Inž. dr. *O. Valenta*: Mechanika trvanlivosti betonu, 1948.
 Inž. dr. *O. Valenta*: Provdzdušený beton, 1950.
 Inž. *B. Kounovský*: Stabilisace a zkoušení letištních podkladů, 1949.
 Inž. *O. Horna*; Odporové tensometry, 1951.
 Inž. dr. *E. Weiner*: Určování poměru míšení betonu, 1951.
 Inž. dr. *O. Valenta*: Montované trubkové konstrukce, 1951.

3. Zprávy Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV 1956 — 1960.

Tyto zprávy byly vydávány jako rotaprintové výtisky přímo ústavem od r. 1956.



170. Rozmnožovací stroj Zetaprinton.
 170. Ротапринт марки «Zetaprinton».
 170. Zetaprinton printing machine.

- č. 1. — 1956: Prof. inž. dr. *Bedřich Hacar*, člen-korespondent ČSAV: Ústav teoretické a aplikované mechaniky a jeho práce.
 Prof. inž. dr. *Frant. Faltus*, člen-korespondent ČSAV: Ocelové konstrukce.
 Prof. inž. dr. *Konrád Hruban*, člen-korespondent ČSAV: Stavebnictví.
 Inž. dr. *Anselm Kovář* - inž. *Vladimír Panc*: Teoretický výzkum.
 Inž. *Bohumil Kounovský*: Stavební fyzika.
- č. 2. — 1956: Prof. inž. dr. *Václav Tesař*, člen-korespondent ČSAV: Experimentální pružnost.
 Prof. inž. dr. *Alois Myslívec*, člen-korespondent ČSAV: Zeminy sypké a soudržné.
 Doc. inž. dr. *Karel Waitzmann*: Železobetonové a dřevěné konstrukce.
 Inž. *Josef Špeta*; Stavební chemie.
 Inž. *Bohumil Rollo*: Stavební hmoty.

I. mezinárodní pracovní konference o hydrobetonu 1. část

- č. 3. — 1956: Inž. *Josef Špeta*: Přehradové cementy.
Inž. *Pavel Malý*: K přehradovým cementům.
Inž. dr. *Jaromír Jambor*: Chemické přísady do betonu.
Inž. *Oldřich Pospíšil*: Praktické zkušenosti s VUSALEM.
Inž. dr. *Miroslav Jirsák*: Výběr kameniva.
Inž. dr. *Evžen Weiner*: Zkušenosti z navrhování zrnitosti kameniva podla normy ČSN 732026.
- č. 4. — 1956: *I. mezinárodní pracovní konference o hydrobetonu 2. část*
Inž. *Josef Mudra*: Některé otázky mechanisace betonářských prací.
Inž. *Libor Záruba*: Volba a příprava kamenných součástí.
Inž. *Alois Kraus*: Podmínky výstavby vodních děl ve vztahu k technologii betonu.
Inž. *Jaroslav Keil*: Otázky technologie betonu vodních děl.
Inž. dr. *Juraj Stork*: Vzájomný vplyv akosti a technológie betónu.
Inž. dr. *A. Pavlík*: Kontrola mechanických a fyzikálních vlastností betonu.
- č. 5. — 1957: *I. mezinárodní pracovní konference o hydrobetonu. 3. část*
Prof. dr. *V. V. Stolnikov*: Soudobé výzkumy v oboru technologie vodostavebného betonu.
Dr. tech. věd. *S. V. Šestoperov*: Trvanlivost betonu.
Kand. techn. věd *P. P. Culukidze*: Lehký beton a železobeton ve vodním stavitelství.
- č. 6. — 1957: *I. mezinárodní pracovní konference o hydrobetonu 4. část*
Prof. inž. dr. h. c. *Mirko Roš*: Velké údolní přehrady ve Švýcarsku - cementy, betony a zkušenosti.
Prof. *Serban Solacolu*: Cementy pro stavbu bicazské údolní přehrady v Rumunsku.
Prof. dr. *A. Steopoe*: Některé otázky týkající se přísad a zrnitosti hydrobetonu.
Inž. *Miloš Petřík*: Přehradové měřicí přístroje.
Inž. dr. *Ladislav Mejzlík*: Meranie na vodných stavbách.
Inž. dr. *Oldřich Valenta*: Závěr.
- č. 7. — 1957: Inž. dr. *Bohumír Vitek* - inž. dr. *Ivo Hruban*: Příspěvek k otázce minimální výztuže železobetonových průřezů.
Inž. *Richard Bareš*: Návrh a rozdělení smykové výztuže z vodorovné smykové síly.
- č. 8. — 1957: Inž. dr. *Anselm Kovář*: Zjednodušené řešení spojitých nosníků.
Inž. *Vladimír Panc*, kand. techn. věd: Řešení pružně podepřených spojitých nosníků upravenou relační metodou.
- č. 9. — 1958: Inž. dr. *Josef Kazda*: Tlaky hornin vlivem objemových změn.
Inž. *Bohumil Kounovský*: Smykové zkoušky na základových horninách vodních staveb.
Prof. inž. dr. *Vojtěch Mencl*: Pevnost písku pod základy s vibračními účinky.
- č. 10. — 1958: Inž. *Milík Tichý*: Zmenšení předpětí v předpjatých rámových soustavách.
Theoretické stanovení závislosti momentu a křivosti ohybové čáry u nosníku z předpjatého betonu.
- č. 11. — 1958: *Pracovní konference „Ochrana stavebního díla“ I. část*
Inž. *Josef Špeta*: Význam a základy ochrany stavebního díla.
Inž. dr. *Frant. Vlček*: Provádění staveb z hlediska právních předpisů.
Arch. *Vlad. Barda*: Ochrana stavebního díla v československých normách.
Prof. inž. dr. *Rudolf Bárta*: Silikátový průmysl a ochrana stavebního díla.
Doc. inž. dr. *Karel Waitzmann*: Vliv času na vlastnosti betonu.
Inž. dr. *Oldřich Valenta*: Základní otázky trvanlivosti betonu a betonových konstrukcí.
- č. 12. — 1958: *Pracovní konference „Ochrana stavebního díla“ II. část*
Inž. dr. *Vladimír Smítka*: Ochrana mostů.
Inž. *Josef Jaroš*: Činitelé ovlivňující trvanlivost silničního betonu.
Inž. *Jaroslav Sedláček*: Ochrana a udržování podzemních staveb - Podmínky jakosti a trvanlivosti těchto staveb.
Inž. *Jan Tischer*: Ochrana tunelových obezdívek proti působení podzemních vod.
Inž. *Ladislav Hapl*: O prvních zkušenostech s izolováním betonových podzemních staveb fóliemi z měkčeného polyvinylchloridu (PVC).
- č. 13. — 1958: *Pracovní konference „Ochrana stavebního díla“ III. část*
Prof. inž. dr. *Alois Myslivec*: Ochrana stavebního díla v základech.
Dr. *Schützner* - inž. *Roth*: Úkoly inženýrské geologie s hlediska ochrany stavebního díla.

Inž. František Mareš: Ochrana stavebního díla proti chemickým vlivům a její problémy.
Inž. Václav Štěp: Materiály pro kyselinovzdornou ochranu stavebního díla a jejich zpracování.
Jan Nahálka, inž. Bruthans: Niektoré otázky ochrany konstrukcií v priemysle výroby celulózy.
Inž. dr. Emil Reich: Opatření proti vnikání podzemní vody a ochrana betonu proti útočným vlivům z vlastní praxe.

- č. 14. — 1958: Pracovní konference „Ochrana stavebního díla“ IV. část
Inž. Oldřich Pospíšil: Ochrana betonu vodních staveb.
Inž. Alexej Nikiforov: Účinky vody na betonové zdivo spodních staveb vodních děl.
Inž. Jaroslav Brázdil: Ochrana betonových základů a dlažeb mrazíren před promrzáním.
Inž. L. Michálek: Ochrana stavebního díla - Zkušenosti technické inspekce ministerstva stavebnictví.
Jan Urbanec: Rozrušování stavebních konstrukcí chemickými látkami.
Inž. Josef Falout: Ochrana stavebního díla s hlediska tepelně technického a vlhkostního.
- č. 15. — 1958: Inž. Miloš Vorlíček, kandidát techn. věd: Zjišťování nejmenší krychelné pevnosti a součinitele stejnorodosti betonu v betonových konstrukcích na základě zkoušek upraveným kladívkem Poldi.
Inž. Miloš Kubík, inž. Jan Suchý: Stanovení součinitelů stejnorodosti ocelí na výztuž betonových konstrukcí.
- č. 16. — 1958: Inž. M. Milbauer; Základní znaky fotoelasticimetrické metody.
Inž. M. Milbauer, inž. M. Perla, kandidát techn. věd: Stanovení koncentrace napětí u kruhového otvoru ve velkém bloku s jednostrannou spárou.
Inž. M. Milbauer, inž. M. Perla, kandidát techn. věd: Želatinové fotoelasticimetrické modely.
Inž. M. Milbauer, inž. M. Perla, kandidát techn. věd: Realisace Biotovy metody.
V. Kocian: Čtvrtvlnové desky pro fotoelasticimetrické přístroje.
- č. 17. — 1959: Inž. Milík Tichý, kandidát techn. věd: Měření křivosti ohybové čáry při zatěžování nosníku.
Inž. Richard Bareš, kandidát techn. věd: Příčné spolupůsobení prefabrikovaných trámových konstrukcí. Výpočet montovaných stropů z prefabrikovaných nosníků průřezu I s výplněmi ze škvárobetonových vložek.
- č. 18. — 1959: Inž. Vladimír Březina, kandidát techn. věd: Prostorové působení konstrukce se dvěma plnostěnnými hlavními nosníky a dvěma příhradovými větrovními tužidly za ohybu a kroucení.
- č. 19. — 1959: Inž. Vladimír Březina, kandidát techn. věd: Štíhlý oblouk při svislém zatížení. Prostorová konstrukce oblouku při zatížení větrem.
- č. 20. — 1959: Inž. Vladimír Březina, kandidát techn. věd: - Štíhlý oblouk při svislém zatížení. II. část Prostorová konstrukce oblouku při zatížení větrem.
- č. 21. — 1960: Inž. Jiří Krchov: Ohybová únosnost prvků z předpjatého betonu. Ohybová únosnost předpjatého průřezu při přetržení výztuže.
Inž. Milík Tichý, kandidát techn. věd: Předpjaté nosníky na pružném podkladě. Závislost ohybového momentu a křivosti ohybové čáry u nosníků předem předpínaných.
- č. 22. — 1960: Inž. Vladimír Březina, kandidát techn. věd: Návrh centricky tlačných prutů. Návrh excentricky tlačných prutů.
Inž. Miroslav Škaloud: Návrh členěných prutů ocelových konstrukcí na vzpěr.
- č. 23. — 1960: Inž. Vladimír Březina, kandidát techn. věd: Vzpěrná pevnost pružně podepřeného a vetknutého prutu.
Inž. Miloslav Tocháček: Návrh centricky tlačných prutů proměnného průřezu.
- č. 24. — 1960: Irena Dudková, prom. geolog: Souvislost struktury hornin s jejich fyzikálně mechanickými vlastnostmi.
Inž. Jaroslav Feda, C. Sc: Voda v zemině.
- č. 25. — 1960: Inž. Václav Kovařík: Příspěvek k řešení kosoúhlých ortotropních desek mostního typu.
Inž. Jindřich Hoření: Modely z ekvivalentních materiálů. (Krátké technické sdělení.)
Inž. Miloš Vorlíček, C. Sc., inž. Vladimír Machač: O spolehlivosti výsledků při vyšetřování jakosti betonu upraveným kladívkem Poldi.
Inž. Blahoslav Košťák: Napjatost kruhové desky centricky zatížené.
Inž. Blahoslav Košťák: Experimentální stanovení poklesu tlaku v podzákladí při zvětšování hloubky založení.

Sborník 1 - Dynamika stavebních konstrukcí - 1959;

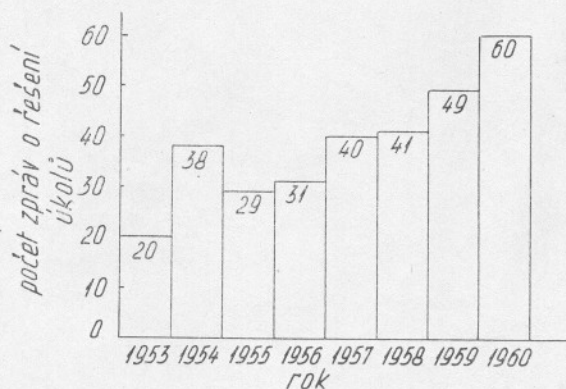
Prof. inž. dr. Vladimír Koloušek: Vývoj stavební dynamiky.
Akademik Stanislav Bechyně: Vlastnosti betonu při dynamickém namáhání.
Inž. Bohumil Kounovský: Nové poznatky o kmitání základů pod turboagregáty.
Inž. Miloš Novák: Spolupůsobení podloží při kmitání základů.
Inž. Miloš Petřík: Dynamická měření na stavebních konstrukcích.

Prof. *Aurel Beles* - Rumunsko: K otázce vlivu kmitání na budovy.
Inž. *Vladimír Borůvka*: Budící síly vznikající při provozu strojů.
Inž. *Mírko Lada*: Pružné uložení strojů.
Prof. inž. dr. *Vladimír Koloušek*: Dynamické chování železničních mostů.
Inž. *Ladislav Frýba*: Vliv nerovností a zvláště plochých kol na nekonečně dlouhý nosník na pružném podkladě.
Inž. *Václav Horák*: Dynamická stabilita konstrukčních prvků.
Inž. *Jaroslav Jeřábek*: Zkušenosti s kmitáním budov.
Inž. *Oldřich Fischer*: Dynamické účinky větru.
Inž. *Jiří Krchov*: Účinek rázových vln od výbuchů atomových bomb na stavební konstrukce.
Inž. *Jaroslav Dvořák*: Účinky tlakové vlny vytvořené výbuchem jaderné zbraně na stavební konstrukce.
Inž. *Sanda Hangan* - Rumunsko: Příspěvek ke studiu chvění a stability věžových staveb.

Zprávy o řešení výzkumných úkolů

O řešení výzkumných úkolů ústavu vypracovávají příslušní pracovníci dílčí a závěrečné zprávy. Zachycují zpravidla všechny důležité podrobnosti provedených prací od literární rešerše a zhodnocení známých prací přes vlastní výzkumné práce k závěru. Ve zkrácené formě jsou výsledky prací zpravidla zveřejňovány buď ve Zprávách ústavu, nebo jiných domácích i zahraničních vědeckých a technických časopisech.

Zprávy o řešení výzkumných úkolů jsou ukládány v knihovně ústavu, kde jsou přístupny široké vědecké i technické veřejnosti.



171. Přehled zpráv o řešení výzkumných úkolů.

171. Обзор отчетов, касающихся решения исследовательских работ — заданий.

171. Review of reports on solution of research tasks.

Výchova vědeckých pracovníků

Před začleněním ústavu do ČSAV nebyla výchova vědeckých pracovníků systematicky prováděna. Růst nových vědeckých pracovníků byl dán rámcem vysoké školy a záležel v osobní iniciativě jak příslušného pracovníka, tak vedoucího ústavu.

Po začlenění do ČSAV začala v ústavu systematická výchova mladých vědeckých pracovníků zavedením *vědeckých aspirantur řádných a externích*.

Řádná aspirantura trvá 3 roky. Prvou část tvoří studium: marxistické filosofie, ruštiny, dalšího světového jazyka a obecných otázek odborných podle specialisace. Je zakončena zkouškou tzv. aspirantského minima. Druhou část tvoří vlastní vědecká práce a disertační práce - pod vedením školitele. Je zakončena obhajobou kandidátské disertační práce.

Externí aspirantura trvá déle a probíhá při normálním zaměstnání aspiranta. Jinak se neliší od řádné aspirantury.

Tímto způsobem jsou školeni budoucí vědečtí pracovníci jak pro ústav, tak pro rezortní výzkumné ústavy.

Přehled aspirantů vyškolených ústavem od r. 1953 do r. 1960.

Vědní obor	Počet aspirantů		
	řádných	externích	celkem
teoretická mechanika	1	—	1
experimentální pružnost	2	—	2
konstrukce kovové	3	—	3
konstrukce ze železového a předpjatého betonu	3	6	9
mechanika zemin	2	1	3
rekonstrukce	3	1	4
stavební fyzika	2	1	3
stavební hmoty	—	1	1
celkem	16	10	26

V poslední době školí ústav i aspiranty ze zahraničí.

Ústav doplňuje řady svých vědeckých pracovníků i ze skupiny odborných pracovníků ústavu.

Vybraní pracovníci procházejí vědeckou přípravou, která obsahuje marxistickou filosofii, ruštinu, další světový jazyk a odbornou zkoušku. Po obhajobě kandidátské disertační práce dosahují vědecké hodnosti.

Obhajoby disertačních prací

Vědecká rada ústavu je oprávněna udělovat vědeckou hodnost kandidáta technických věd a navrhopvat udělení hodnosti doktora technických věd v oborech, které byly již vpředu citovány.

Tak bylo před vědeckou radou ústavu provedeno v letech 1956—1960:

- 27 - obhajob kandidátských disertačních prací,
- 2 - obhajoby doktorských disertačních prací.

Vědecké technické konference

Významnou úlohu v rozšiřování nových poznatků vědy a techniky v ČSSR mají odborné konference spojené s diskusí, ze které vyplývají usnesení, udávající směrnice jak pro další výzkum, tak pro zavádění dosavadních výsledků do praxe. V zásadě tu lze rozlišovat dva typy konferencí. Jsou to jednak konference, jejichž náplň je zajištěna především pracovníky ÚTAM nebo členy ČSAV, jednak konference, na jejichž náplni se ÚTAM podílí menší mírou, avšak má vedení po stránce tematické. Zde se prakticky projevuje řídicí úloha ČSAV ve výzkumu.

ÚTAM pořádá některé konference i s mezinárodní účastí. Na nich se podílejí vědečtí a techničtí pracovníci většinou ze zemí s plánovaným hospodářstvím. V některých případech vyústil závěr jednání ve snahu po mezinárodní koordinaci výzkumu a dělbě práce na důležitých problémech. Sem patří například úspěšná konference o hydrobetonu v r. 1955.

Od r. 1953 uspořádal ÚTAM celkem 15 konferencí s rozmanitou náplní. Podle významu a účelu konference se počet účastníků pohyboval mezi 100 až 300.

Přehled konferencí pořádaných ústavem :

1. *Nové poznatky v betonovém stavitelství a jejich využití*
16.—19. září 1953 v Praze.
2. *Cement*
26.—27. listopadu 1953 v Liblicích u Mělníka.
3. *Kamenivo*
21.—22. dubna 1954 v Liblicích u Mělníka.
4. *Cihly*
24. května 1954 v Liblicích u Mělníka.
5. *Používání dřeva ve stavebnictví*
7.—10. dubna 1954 v Praze.
6. *Mezní stavy stavebních konstrukcí*
15. listopadu 1954 v Praze.
7. *Směrný plán hlavního města Prahy*
3.—4. června 1954 v Liblicích u Mělníka.
8. *Živice*
17.—18. února 1955 v Liblicích u Mělníka.
9. *Ozdravění historického jádra hlavního města Prahy*
2.—3. června 1955 v Liblicích u Mělníka.
10. *Mezinárodní konference o hydrobetonu*
23.—25. listopadu 1955 v Liblicích u Mělníka.
11. *Ochrana stavebního díla*
28.—30. června 1956 v Liblicích u Mělníka.
12. *Zakládání staveb*
26.—27. listopadu 1956 v Liblicích u Mělníka.
13. *Doprava ve velkých městech*
8.—11. října 1957 v Liblicích u Mělníka.
14. *Zásobování hlavního města Prahy vodou*
20.—22. listopadu 1958 v Liblicích u Mělníka.
15. *Dynamika stavebních konstrukcí*
23.—24. října 1958 v Liblicích u Mělníka.

Závěry z konferencí byly vždy shrnuty do usnesení.

Tyto dokumenty se předkládají složkám veřejné správy, které mají dbát na zavedení výsledků jednání do praxe. Dokumenty jsou podkladem práce těchto orgánů.

Účast a úspěchy na výstavách

Počáteční období činnosti ústavu - hned po jeho založení - bylo naplněno též průkopnickou prací mezi stavebníky a podnikateli.

Proto se Výzkumný a zkušební ústav hmot a konstrukcí stavebních zúčastnil svou expozicí i několika výstav.



172. Z exposice Výzkumného ústavu v Praze na bývalém Výstavišti.

172. Экспозиция Исследовательского института в Праге на бывшей выставочной территории.

172. From exhibition of the Research Institute in Prague on the former Exhibition Grounds.

173. Závěsná konstrukce Kaplanovy turbíny.

173. Подвесная конструкция для поворотнолопастной турбины.

173. Suspension structure for Kaplan turbine.



Po válce zúčastnil se ústav svými exponáty též *Světové výstavy v Bruselu 1958*. Exponát *strunová tensometrická aparatura* pro měření v přehradním betonu získal Grand Prix (obr. 117).

Exponát *fotoelasticimetrický přístroj* (obr. 134) s polarizačními filtry \varnothing 350 mm a mechanickou obsluhou od pracovního stolku získal zlatou medaili.

K vystaveným předmětům na této výstavě se řadí i ocelová *závěsná konstrukce* oběžného kola Kaplanovy turbíny.

Šlo o velmi subtilní konstrukci, která byla kromě svislého a vodorovného zatížení namáhána též krouticím momentem otáčejícího se kola turbíny a která byla mnohonásobně staticky neurčitá. Proto bylo její působení ověřováno v ústavu na modelu 1 : 10. Všechny uvedené exponáty byly vystaveny i v Praze na výstavě „Československo 1960“.

Ústav však řešil i četné technologické otázky obkladových a vnitřních panelů vyráběných z epoxydových skelných laminátů, pěnoskla, krystalické i barevné mosaiky a linexových desek vlastního výstavního pavilónu v Bruselu, jenž získal za výtvarné a konstrukční pojetí „Velkou cenu“ a který byl přenesen do Prahy.

Na výstavách „Československo 1960“ v Moskvě a Kyjevě byly vystaveny:
model ocelového oblouku Žďákovského mostu v měřítku 1 : 50 (obr. 95),
strunový tensometrický přístroj s dynamometrem (obr. 117),
měřicí stůl pro měření odporovou metodou,
pneumatický tensometrický přístroj (obr. 119),
mechanicko-optický vibrograf (obr. 121).

Zahraniční styky ústavu

Technickému světu jsou mezinárodní styky vlastní. Snaha o rychlý, progresivní rozvoj vědních a technických oborů v jednotlivých zemích podněcovala vždy zájem o nejnovější poznatky a výzkumy ve světovém měřítku.

Již od svého vzniku byl náš ústav ve spojení s nejrůznějšími zahraničními ústavy podobného zaměření a s významnými vědeckými a výzkumnými pracovníky technického světa.

V počátečním období ústavu měl náš ústav takové spojení hlavně se švýcarským výzkumným ústavem EMPA (Eidgenössische Materialprüfungsanstalt v Curychu), jehož ředitel prof. inž. dr. a dr. h. c. Mirko Roš byl velmi dobrým osobním přítelem akademika Kloknera a ostatních pracovníků. Byl též častým návštěvníkem našeho ústavu.

Doba okupace pochopitelně přerušila veškeré možnosti mezinárodní vědecké a technické spolupráce.

S tím větší intenzitou se však rozvinula po našem osvobození, zvláště po začlenění ústavu do ČSAV. Byla navázána opět některá spojení trvalé a hlubší povahy, jako např.: s Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics v Paříži a osobně s ředitelem R. L'Hermitem, s Centralnyj naučno-issledovatelskij institut transportnogo stroitelstva v Moskvě a osobně s prof. Šestoperovem aj.

Ústav navštívila celá řada významných zahraničních pracovníků z výzkumných a vědeckých ústavů celého světa - Argentiny, Austrálie, Belgie, Bulharska, Číny, Egypta, Francie, Jugoslávie, Koreje, Maďarska, Německa, Polska, Rakouska, Rumunska, SSSR, Švýcarska, USA, Velké Británie, Vietnamu a dalších.



174. Z knihy návštěv ústavu.
 174. Из книги посещения института.
 174. From the book of visitors of the Institute.

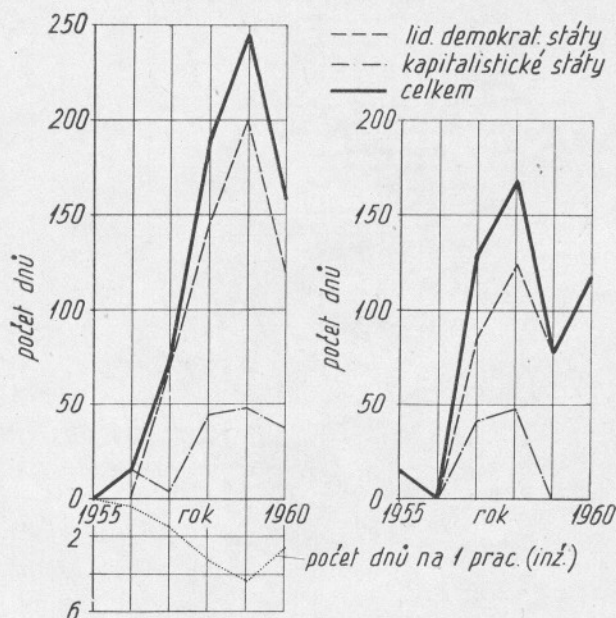
Mezi návštěvníky ústavu je celá řada jmen, známých velmi dobře v technickém a vědeckém světě: H. Cross, D. A. Abrams, F. Emperger, M. Roš. J. D. Bernal, A. Huggenberger. S. V. Šestoperov, W. Olszak, R. L'Hermite, V. V. Stolnikov, P. P. Culukidze. A. Steopoe, A. Mayer, A. Kobylinski, W. Zenczykowski, Ch. Massonnet, V. Michailov, B. Lewinski a jiní.

Pouze v jediném roce 1958 bylo v ústavu 90 zahraničních návštěvníků, kromě 4 dalších početných zahraničních skupin, 2 čínských aspirantů a 1 indického pracovníka pobývajících v ústavu delší dobu na základě stipendia UNESCO.

Po roce 1945 počali též pracovníci ústavu jezdit na studijní cesty do zahraničí. Do roku 1953 byly tyto cesty hrazeny ministerstvem školství, po tomto roce Československou akademií věd.

Z počátku to byly cesty především do západních zemí: Švýcarska, Francie, a Velké Británie, jež vyplývaly převážně z osobní iniciativy a zájmů jednotlivých pracovníků.

Po zařazení ústavu do ČSAV se staly cesty široké základny pracovníků ústavu do zahraničí pravidelným jevem s podstatným podílem cest do SSSR a ostatních lidově demokratických zemí.



175. Zahraniční cesty z prostředků ČSAV a mimo fondy ČSAV.

175. Зарубежные командировки за счет средств ЧСАН и за счет средств других организаций.

175. Journeys abroad financed by the Czechoslovak Academy of Sciences and through other funds.

V grafech není obsažen pobyt 2 pracovníků u prof. L'Hermita v Paříži v roce 1959 a 6měsíční pobyt 1 pracovníka v ČLR v r. 1960 v rámci vědeckotechnické spolupráce.

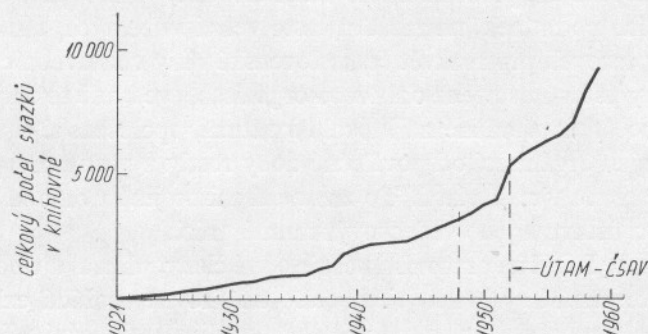
Ústav se podílí aktivně na mezinárodních stycích i jako člen mnoha mezinárodních organizací, jako jsou RILEM, AIPC, IUTAM aj.

Vědecká knihovna ústavu

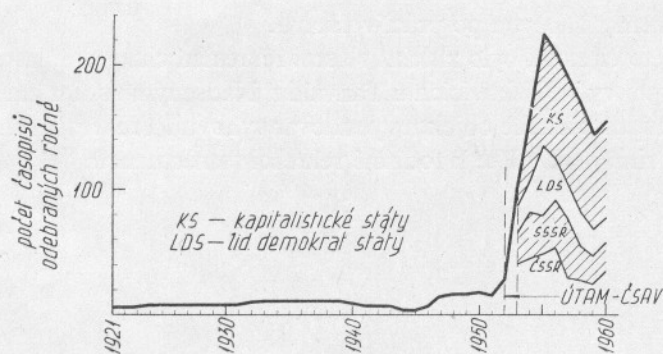
Ihned po založení ústavu se začalo s budováním knihovny.

Knihovna byla tvořena z řádných i mimořádných dotací ministerstva školství a byla zaměřena na současnou domácí i zahraniční literaturu. Významným posílením stavu byly převody knižního fondu z jiných ústavů, popřípadě vysokých škol.

Zahraniční literatura až do konce druhé světové války byla převážně německá. Po roce 1954 začíná intenzivnější rozvoj knižního fondu. V roce 1948 začíná systematický dovoz sovětské literatury do Československa; současně se obrací zájem techniků k ruskému jazyku. Z rozvoje knihovny od r. 1921 je vidět, že přírůstek knižního fondu se stále zvětšuje; je to dáno jednak růstem ústavu,



176. Rozvoj vědecké knihovny ústavu.
176. Развитие научной библиотеки института.
176. Development of scientific library of the Institute.



177. Odběr časopisů.
177. Абонированные журналы.
177. Subscription to professional journals.

jednak rozšiřováním jeho náplně. Výrazné zvýšení lze pozorovat zejména po začlenění ústavu do ČSAV.

Časopisy při dnešním stavu výzkumu jsou nejvyhledávanějším zdrojem informací. Až do okupace odbíral ústav průměrně asi 10 časopisů domácího i zahraničního původu. Těsně před začleněním do ČSAV (v r. 1952) se odbíralo 28 časopisů. V r. 1953 začíná prudký vzestup odběru, související se změnou náplně ústavu a se zvýšenou dotací knihovny. Tento růst se zastavil v r. 1955 a došlo pak k poklesu odběru. To bylo způsobeno tím, že v letech 1953 až 1955 se na zkoušku přibývala řada nových časopisů, v Československu často zcela neznámých.

V současné době se odbírá celkem 155 časopisů, z toho je 34 československých, 23 sovětských, 20 z lidově demokratických států a 78 ze států kapitalistických.

Nyní má knihovna již 10 000 svazků a je největší knihovnou svého druhu v Československu. Zapůjčuje knihy a časopisy i zájemcům mimo ústav, jejichž počet se rok od roku zvětšuje.

Péče o zaměstnance ústavu

Za všemi těmi úspěšnými pracemi nutno vidět člověka - pracovníky ústavu, kteří v různých dobách, za nejrůznějších podmínek, na začátku často velmi svízelných, s minimálními prostředky, ale vždy s nadšením, pracovali pro rozkvět československé vědy ve stavebnictví.

Roku 1945 byla v ústavu ustavena odborová organizace, ve které se sdružili všichni pracovníci ústavu; organizace zpočátku převážně zajišťovala kulturní, společenské a sociální potřeby svých členů. Úkoly odborových organizací od poválečné doby rostly a postupně byly soustředěny především k budování socialismu v naší vlasti. To znamená mimo jiné uvědomělé zainteresování všech pracovníků na provozu ústavu a jeho vědeckovýzkumné práci.

Základní organizace ROH na pracovišti pečuje o své členy, připravuje bohatý kulturní program, napomáhá různými formami zvyšování jejich odborné úrovně, pořádá exkurse na velké stavby, zejména na vodní díla a mostní stavby, uskutečňuje studijně rekreační zájezdy jak u nás, tak do ciziny. Kromě fotografických soutěží a různých sportovních akcí bylo uspořádáno několik úspěšných studijně rekreačních zájezdů po naší vlasti a tradičně se organizují každého roku tematické zájezdy do ciziny (NDR, Polsko, Rakousko). Závodní výbor zajišťuje pro členy kulturní a společenské podniky, které napomáhají ke vzájemnému sblížení a poznávání lidí v mimopracovním prostředí s příjemným odpočinkem a zábavou po práci v ústavu.

Vyvrcholením této činnosti bylo získání vlastní rekreační chaty v oblasti Krkonoš v roce 1955 zakoupením vhodné budovy v Příchovicích u Tanvaldu. Nadšeným úsilím mnoha jednotlivců ústavu se podařilo z poměrně zpusťšeného objektu vybudovat vyhovující rekreační chatu, která již dnes velmi dobře slouží jak v zimě, tak v létě k rodinné rekreaci zaměstnanců.

Výstavba nového ústavu

Prostory, do kterých byl ústav nastěhován v roce 1936 a které provozně vyhovovaly až do začlenění do ČSAV, nástupem nových pracovníků a začleněním nových pracovišť s další problematikou již ústavu nestačí, i když v roce 1960 dostal ústav pro svá dislokovaná pracoviště nové prostory v bývalém klášteře Na Slovanech.

Dalším perspektivním růstem ústavu a vybavením novým moderním zařízením je zdůvodněna výstavba nového ústavu v Praze 8 v areálu pracovišť technické sekce ČSAV. S vypracováním technického projektu má být započato v roce 1961 a v roce 1963 má být přikročeno ke stavbě; s dokončením výstavby ústavu se počítá v roce 1966.

Doslov

Pracující lid naší vlasti buduje plánovitě socialistické hospodářství. Zajišťuje tím trvalý růst své životní úrovně. Stavebnictví má v tomto budování nemalou úlohu, neboť musí zabezpečit plně vyhovující pracovní prostředí, vyhovující obydlí i prostředí pro zajištění kulturních potřeb našeho lidu. Zajistit základní výzkum v oblasti stavebnictví tak, aby stál v čele našeho socialistického hospodářství ve svém vědním úseku, to je hlavní dnešní i budoucí úloha celého Ústavu teoretické a aplikované mechaniky Československé akademie věd.

V našem národním hospodářství nastávají zásadní, kvalitativní změny, které plně zajišťují dobudování nové společnosti. Všichni pracovníci Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV stojí v řadách pokrokových pracovníků vědy, stojí v široké frontě všech pokrokových pracujících celého světa. Svou prací přispívají k jejich neúnavné snaze vybudovat spravedlivý společenský řád. Splní tak svoje poslání uvědomělých socialistických pracovníků vědy a pomohou zajistit svou práci materiální i technickou základnu rostoucí nové společnosti, společnosti trvalého míru a bratrství všech národů - komunismu.

Forty Years Activities of the

Institute of Theoretical and Applied Mechanics

Czechoslovak Academy of Sciences

1921 — 1961

Summary

Forty Years Activities of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics 1921—1961

Introduction

The Institute was founded in 1921 on the proposal of Professor F. Klokner. Its activities were started in a wooden pavilion and basement rooms of the Czech Technical University in Prague. In 1936 it was moved to the new premises of the Technical University in Dejvice. After the closure of Czechoslovak universities by the Germans in 1939 it continued to function as an independent research institute. In 1945 it was again returned to the Technical University under the leadership of Doc. Ing. Dr. B. Hacar.

When the Czechoslovak Academy of Sciences was founded in 1953 the Institute was incorporated into its body as the Institute of Theoretical and Applied Mechanics. Three main periods can be distinguished in the development of the Institute, viz.:

1921—1936 - in the building of the old Technical University on the Charles Place,

1936—1952 - on the premises of the new Technical University in Dejvice, and

1953—1961 - as a part of the Czechoslovak Academy of Sciences.

The founder of the Institute for Research and Testing of Engineering Materials and Structures - Academician F. Klokner

Academician Klokner born on November 10, 1872 was a son of a blacksmith in Prague. After graduating from the department of civil engineering of the Czech Technical University he worked as an assistant to Prof. Šolin, project designer, professor of the Technical High School in Pilsen and finally as Professor of the Technical University in Prague (1908). He became director of the Institute for Research and Testing of Engineering Materials and Structures after its foundation in 1921. Even after his retirement in 1939 he followed with interest the activity of the Institute. In 1952 he undertook the preparatory work for the incorporation of the Institute into the Czechoslovak Academy of Sciences. He became Academician in 1953.

His many-sided activity can be classified into the following main categories: pedagogical, research, consulting, organizing, literary and standardizing. His research and literary activities were closely connected with the work of the Research Institute. He died on January 8, 1960.

Academician Bedřich Hacar

Born on May 24, 1893. After graduating from the department of civil engineering of the Czech Technical University he started as designer with Professor F. Klokner. He participated in the preparations preceding the foundation of the Research Institute. In 1921 he received the degree of Doctor of Technical Sciences, in 1939 habilitated at the Technical University and in 1947 was nominated Professor of the Faculty of Civil Engineering of the Technical University in Prague. Since 1939 he was director of the Research Institute. In 1953 he became Corresponding Member and in 1960 Academician of the Czechoslovak Academy of Sciences.

His main spheres of action are as follows:

research in the field of engineering materials and structures - foundations, steel structures, thermal and acoustic insulations, cement, concrete technology, heat of hydration, bond between steel and concrete, methods of increasing concrete strength,
reinforced concrete structures, notably shells - conoids, hyperbolic paraboloids,
design of reinforced concrete structures,
consulting work in connection with research and testing of materials and structures and with design of complex structures of all kinds,
reconstruction of industrial, transport and in particular of historical structures.

Institute for Research and Testing of Engineering Materials and Structures, 1921—1936

The origin and founding of the Institute

The first proposal for the establishment of the Institute was worked out in 1912 but its actual founding took place in 1921 under the Czechoslovak Republic. The Institute was first housed in a wooden pavilion and basement rooms of the Czech Technical University on Charles Place.

The purpose and tasks of the Institute.

The Institute had four main tasks, viz. instructive, educational, scientific and experimental. Research work was directed toward the fields of: properties of engineering materials, research on structures, experimental methods and appropriate apparatuses and equipment.

Organisation and development of the Institute.

The Institute formed part of the Faculty of Civil Engineering of the Technical University. Fields of activity and their successive development: concrete, concrete structures, natural stones, binding materials, masonry, wood, foundation soil, heat, acoustics, heat resistance, fatigue, effects of aging.

Some of major work carried out between 1921 and 1936

The law of the development of concrete strength relative to age is given in the semi-logarithmic system by a linear relation which is highly convenient for practical applications.

Experimental investigation of suspended winding staircase carried out on models made of vulcanized rubber with targets.

Transition from riveted joints of steel structures to electric welding.

Use of Mrakotin granite for large monolith in the courtyard of Prague Castle, including its transport and handling.

Use of wood in glued engineering and airplane structures.

Loading tests of foundation soil and elaboration of methods for testing and evaluation for practical purposes.

Tests of small and large-size bricks including the method for testing their compressive strength.

Tests of masonry made of various bricks and with various kinds of mortar.

Tests of brickwork masonry of various bond systems.

Permeability of concrete, plasters and coatings including gunite and ferroconcrete. Permeability of concrete pipes.

Control of vibrations in structures resulting from transport, etc.

Sound absorption in houses and office buildings, in particular with respect to steel and reinforced concrete structures.

Systematic tests and investigations of airplane structures. Comparison of properties of various types of rolled I-sections from the stand point of economy.

Tests of various concrete structures.

Tests of columns made of wound cast iron and analysis of their load-carrying capacity in relation to standard reinforced concrete with spiral transverse reinforcement. The advantages of the latter.

Loading tests of flat-slab floors and comparison of results with theoretical calculations.

Technology of concrete and control of its mechanical and physical properties. Control of cements and heat of hydration. Tests of alumina cements. Relation between toughness and compressive strength. Research on chuted concrete. Concretes with sound and thermal insulating properties.

Volume changes of concrete in hardening and due to moisture and temperature variations, effect of constituents and composition of concrete, conditions of hardening, of reinforcement and means for preventing volume changes.

Special high strength steels as reinforcement for concrete. New reinforcement steel type Roxor - its bond with concrete, effect on strength of reinforced beams. Tests of beams $25 \times 35 \times 287$ cm, of columns $20 \times 20 \times 100$ cm. Improvement in elastic properties. Necessity of denser transverse reinforcement.

Effect of the size of test specimen on strength of concrete with various cements - flexural strength, compression (cubes and portions of beams).

Czechoslovak standards for concrete structures and control of concrete strength of 18 various types of concrete based on research work. Relation between modulus of elasticity of concretes E and G and their cubic strength.

Loading tests of Štefánik's bridge in Prague. Confirming the safety of old bridge structure.

Fire tests in special test house including effect of sudden cooling with water.

Participation in construction of majority of important structures in Czechoslovakia - its significance for practice as well as for the Research Institute.

The development of the Institute between 1936 and 1952

New premises and equipment of the Institute in Dejvice, with large areas of workshops, laboratories, testing halls and offices - but without possibility of gradual development on free area. Extensive flat roof for long-term tests of climatic effects on materials. Rooms for acoustic tests of walls and ceilings. Narrow-gauge track for transport of heavy bodies, cranes for handling test specimens. Laboratories and workshops: laboratories for cement, sand and gravel; stonework shop, test room for rocks, concrete department, joiner's shop, mechanical workshop; chemical, micro-

scopical and physical laboratories, laboratory for model testing, photographic laboratory, equipment for permeability and thermal tests, storage of test specimens, classroom for students. Scientific library.

Professional and scientific development of the Institute

Further fields of the Institute activities, relations with the Technical University and practice remain unvaried. Research work and minor tasks as required by central authorities, contractors and construction firms. Formal transfer of several departments and equipment from the Technical University. Forcible closure of Czech Universities and temporary interruption of the Institute activities in 1939. The activity of the Institute as a separate organization during the German occupation between 1940 and 1945. Post-war return of the Institute within the framework of the Faculty of Civil Engineering of the Technical University. Increased demands of construction industries brought temporarily the Institute under the competence of the Ministry of Construction (1950—1952).

Some of major works of the Institute performed between 1936 and 1952

Heat treated steels for concrete reinforcement: Toros, Roxor.

Research studies concerning Roxor steel for reinforcement. Determination of anchorage length for Czechoslovak standards.

Bond between Toros steel and concrete, anchorage length.

Bond between Isteg steel and concrete, anchorage length, Research studies concerning deformed circular special steel rod type W. M.

Loading tests of unusual reinforced concrete structures and of other structures of all kinds - theoretical and practical significance.

Reinforced concrete bridge at Podolsko, its description, main arch of the bridge and its loading test with the application of hydraulic cylinders. Supplementary control of concrete properties after 11 months.

Loading tests of a provisional wooden bridge in Prague. Main plate girders made of planks. The purpose of the test: control of the bridge safety. Static and moving loads. Control of deflection, stresses and dynamic coefficient. Periodic controls of static behaviour of bridge.

Loadings tests of steel bridge structures damaged through war action and repaired or built from war material. Stress distribution in made up sections.

Measurement of vibrations of concrete foundations for turbogenerator. A series of positions of vibrators and seismographs.

Use of tubular material for auxiliary structures. Introduction in Czechoslovakia of this material including couplings in accordance with Czechoslovak patent. Use of welded tubes.

Tubular centering of arch bridge in Dolní Loučky. Tubular centering of a 110-m span arch. Stability of centering, means for decentering and elimination of possible buckling.

Decentering reinforced concrete arch bridge in Dolní Loučky. Application of Freyssinet's method - axial force at the apex equal to 2300 tons.

Analysis of failures of wooden roof structures. Questions of securing compression elements against buckling and of spatial rigidity. Effect on standardization and research.

Thin-walled roof structures: Researches between 1939 and 1945.

Glass reinforced concrete barrel vault: Test procedure.

Model of reinforced concrete barrel vault shed. Model made to 1 : 4 scale; its tests.

Structures in the form of hyperbolic paraboloids. Model of roof made to 1 : 4 scale; its test to destruction. Floor structures.

Roof structures of frustum of conoids: Model made to 1 : 10 scale; its tests under uniform and isolated loads. Model of conjugate conoids made to 1 : 5 scale. Use of conoids as retaining walls.

Thin-walled channel vault with a 40-m span. Test on full-scale model and control tests on real structures.

Model of Nusle Valley bridge to 1 : 10 scale and its tests.

Research work concerning construction of hydraulic structures, in particular technology of concrete.

New methods of concrete technology, their introduction - air entraining concrete, vacuum concrete.

Experimental investigation for construction of a dam on the Berounka river. Investigation of aggregates, cements and concretes. Cooling concrete by means of tubes with water; various cements, in particular blast-furnace slag cement. Temperature control in adiabatic state.

Research into application of larch wood for penstock of hydroelectric power plant in Seč. Properties of wood, permeability, swelling pressures.

Tests of penstock in Seč to double the operating pressure. Reinforced concrete and wooden penstock.

Prestressed concrete. Roof slabs 1 cm thick. Hollow thin-walled mast. Sleeper.

Problems of difficult foundation. Shear tests between concrete for dams and dam subsoil - procedure and performance of tests.

Application of mezo-thorium for investigation of civil engineering materials and structures. Wave length of gamma rays 100 times smaller than of X-rays. Methods of test.

Consolidating the soil by means of admixtures and control tests of its tendency to become slushy.

Application of brittle lacquers to the study of plane state of stress - examples.

Tests of heat transmission at steady heat flow through section $1 \times 1 \text{ m}^2$.

Acoustic measurements of halls and various construction materials.

Concrete for roads with special Portland cement and various aggregates.

Control tests of concrete structures, properties of concrete and structures.

Reconstruction of structures damaged by war, fire and other agents.

Various minor work demonstrating the variety of tasks performed by the Institute.

The Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Czechoslovak Academy of Sciences between 1953 and 1961

Transfer of the Institute to the Czechoslovak Academy of Sciences on January 1, 1953 and new fields of the Institute activities. Plans of laboratories. Organization of the Institute in three main sectors: scientific, operational and administrative. Ten scientific departments.

Consulting bodies of the Director - scientific council, administrative council. Their structure and tasks. The activity of the scientific council in awarding scientific degrees.

Plan of scientific work of the Institute. Its preparation and relation to the national research programme. Organization of scientific work at the Institute. Relations between the departments and scientific workers responsible for planned tasks.

Some of major work performed between 1953 and 1961

Materials of construction

Increased demands on properties of construction materials particularly concrete.

1. *Composition of ordinary concretes.* Graphic method for designing concrete mixtures (ÚTAM-1), mutual penetration of fractions and their boundaries.
2. *Effect of vibration on mechanical properties of concrete* mainly when concreting in uninterrupted production. Effect of vibrations at $n = 1450$ to 5000 r. p. m. and at amplitudes — 380μ relative to time (1 to 8 hours after adding water).
3. *Composition of light concretes.* Method of designing porous concretes. Application of the method of absolute volume and determination of optimum amount of water. Designing porous concretes from dense and porous aggregates without fine-grained materials.
4. *Properties of rocks.* Necessity to select rocks for various constructional purposes (in particular concretes) based on detailed investigation of their properties.
5. *Bond between aggregates and cement.* Decisive influence of bond on mechanical and physical properties of concrete, mainly on its durability. Significance for construction joint of hydraulic structures. Application of microscopy to research.
6. *Durability of concrete* is determined by durability of hardened cement, rock and their joint. Effect of hydraulic admixtures. Decisive effect of bond.
7. *Use of plastic materials* as admixture or independent binder of concrete. Effect of polyvinyl-acetate dispersion on mechanical properties, notably tensile strength of concrete and of a joint. Unfavourable increase in shrinkage.

Concrete structures

Tasks solved in this field range from theoretical calculations to testing and control of the quality of construction materials.

1. *Strength and safety of structures.* Concept of the so-called degree of safety and limit states. Simple and representative design procedure. Validity of Pearson's curve of III type for the distribution of frequency in concrete strength. Criteria and variability coefficients. Strength of sections when applying methods of mathematical statistics. Limit reinforcement and study of strength of entire structures. Problems of load distribution.
2. *Spatial effect of structures.* Replacing deflection line by a common curve of fifth order. Distribution of load in floors made of prefabricates.
3. *Buckling strength.* Determining buckling strength with regards to imperfect form, material and loading of elements. Buckling strength of columns made of prestressed concrete and of brick walls.
4. *Assembled structures.* Type of assembled reinforced concrete skeleton with new peripheral walls. System of construction and control of its rigidity by test. Assembled frame skeleton with continuous girder. Details of frame joints and extension of columns; experimental control of rigidity. Equivalence with monolithic structure.
5. *Structures of prestressed concrete.* Stress distribution in section, origin of cracks, etc. Fatigue tests and automatic instrument for recording cracks.
6. *Prestressed steel structures.* Framed structures and girders. Conditions of limit state.
7. *Non-destructive methods for testing concrete and steel.* Mechanical properties of concrete obtained on the basis of hardness tests with modified Poldi mallet. Suitability of this method for control of finished structures. Application of similar method for determining shear hardness and yield stress.
8. *Wooden structures.* Study of joints and buckling strength of spaced elements. Possibilities of

saving wood. Wood reinforced with Roxor steel and glass laminates. Glued structures. Wind bracing effect of roof sheeting.

9. *Applied research.* Study of new design of hop-garden masts, made of prestressed concrete, concrete reinforcement steel and steel tubing.

Study of mechanical properties of fused basalt with regards to technology and character of products.

Metallic structures

Necessity of close relationship between theory and experiment; properties of material, design details and of completed structure.

1. *Stability of thin-walled space systems.* Multiple function of parts of modern structures. Investigation of box beams with closed section, notably from the point of view of state of stress induced by torsion. *New type of railroad bridge* with closed latticework with reinforcement at ends.

Theoretical and experimental solution of arch bridge near Žďákov with a 330-m span. Effect of arch deformation due to vertical load, horizontal bending and torsion of arch due to action of wind. Model of bridge arch made to 1 : 50 scale - investigations carried out with this model.

Prestressed structures. Possible reduction in weight of framed structures. Direct method of optimum design based on minimum weight of structure. Application of convex weight patterns.

2. *Buckling strength of bars, beams and walls.* Significance of buckling increases with slenderness of elements and walls. Imperfections of material, form and load must be taken into consideration. *Buckling strength of columns* with imperfections. Effect of shape of cross-section. Coefficient of plastic reserve of hinged and partially restrained bar. Loss of stability of beam under bending as buckling strength of fictitious chord.

Stability of plane frameworks. Relation between natural frequency and load.

Stability of thin walls, its investigation in post-critical stage and effect of membranes stresses. Effect of buckling of wall on the strength of girder.

Light-gage cold-formed members. Their strength is given by stability of thin walls and it is necessary to determine the effective width and investigate the effect of stiffeners thereon. The elaboration of standard is the task.

3. *Fracture of structural steels.* Notch ductility, brittle fracture. Dependence of origin of cracks on details of design, stress concentration, temperature, rate of loading etc. Factor of size and 8000-ton loading equipment. Investigation of kinetics of brittle fracture.

Fatigue of welded and bolted joints. Coefficients of stress concentration, effect of non-stationary real loading and classification of reduction coefficient of strength according to number of cycles.

Loose and cohesive soils

Four directions of work:

1. *Physico-chemical cooperation of solid and liquid phases of cohesive soils* - Study of electroosmosis, residual and active tension. Flow of water through soils. States of stress in liquid phase.

2. *Plastic equilibrium of foundation soil.* Laboratory tests of sands and origin of failure surfaces. Effect of accurate determination of internal friction in subsoil. Relation between experiment and some theoretical solutions.

3. *Shear strength of soils and rocks.* Modeling character of tests in tri-axial and box instrument. Relation between states of stress of solid and liquid phases.

4. *State of stress of earth-bodies from stand point of stability.* Study of quicksand. Conditions of liquefaction - seepage of water, vibration. Stability of slopes of earth dams.

Application of results of investigation in practice for more economic foundation, stability of earth dams and control of quicksand.

B u i l d i n g p h y s i c s

Tasks: dynamics of structures, measuring methods and other special sectors.

1. *Measuring methods.* Methods introduced and elaborated after the end of World War: Sonic (vibrating wire) strain gages. Method of undamped vibration of reference and pickup wires. New method of so-called resonance reading based on maximum amplitude with battery source of energy. Strain gauges and thermometers for concrete dams.

Application of vibrating wire method in so-called measuring network for determining the state of plane stress on models. Network of equilateral triangles. Suitability of method for investigations on models and for automation. Study of possible application of vibrating wire strain gauges to dynamic investigations.

Pneumatic strain gauges. New design eliminating tangential force from strain gauge. Small gauge lengths.

2. *Dynamics of structures.* Aid to practice as regards dynamics of turboset foundations. New experimental method of measurements - together with analysis of results. Study of dynamic behaviour of engineering structures - including subsoil and foundations. New mechanico-optical twocomponent seismograph with low natural frequency and direct light recording on ciné-film. Experimental model dynamic method as suitable complement of theoretical investigation of structure dynamics.

3. *Model technique.* Three-dimensional model of a buttress multiple arch dam with subsoil. Use of rubber cushions for horizontal loading. Control of state of stress by means of network method of vibrating wire strain gauges. Effect of different moduli of elasticity, supporting of buttress-toe and coefficient of friction in base of foundation.

Models made of equivalent materials for studying elastic and plastic phenomena in depth mining and determination of effect of rock pressure on mine supporting system. Technology of model preparation.

B u i l d i n g c h e m i s t r y

Systematic study of protection of structures. Causes of inferior quality of bricks. Problems of premature failure and durability of concrete; specifications pertaining to protection of concrete structures against aggressive gases in presence of moisture, specifications pertaining to protection of concrete structures against aggressive liquids.

Importance of correct structural concept of protective insulating systems. Protection of structures by means of plastics. Protection of reinforced concrete roof shells and specifications for applying bituminous hydroinsulations. Importance of asphalt properties.

Acid resistant insulations - causes of failures.

Problem of activity of slag cements at lower temperatures and unfavourable consequences in practice. Effect of clinkers and slags.

T h e o r e t i c a l m e c h a n i c s

Cooperation of engineers with scientific workers in applied mechanics on *tasks of basic research*: determining stability safety of thin-walled structures, causes of disagreement between results of tests and classical linear theory of stability, theory of grillage beams with conjugate plate, non-linear theory of dynamics, use of methods of mathematical statistics, methods for solving plastic bodies.

Main results: analysis of Cross method, solution of short shells, method of partial rotation of joints, modification of relaxation method, solution of thin-walled hollow weir flaps, horizontal cylindrical vessels, local stability of thin-walled structures, static effect of various bars at various kinds of loading, theory of oblique orthotropic plates of bridge type and stress concentration around holes.

Experimental elasticity

Methods used: Photoelasticity, model tensometry, method of brittle lacquers, mechanical interference of light.

1. *Theoretical research.* Fundamental questions of methods used, properties of isostatic and other lines, non-homogeneous stratification of half-plane, birefringence on elastic limit, new optical substances, three-dimensional state of stress.

2. *Verification of new methods and apparatuses.* Determining suitable methods and design of instruments for transmitted scattered light. Modern instrument with centralized control from a panel, with wide possibilities of application. Triple source of light. Control of polarizing systems by means of electric motors.

Instruments for measuring details with triple magnification and electric control of polarizing systems. Adjustable projection plate.

Autocollimating instruments of own production for models mounted vertically and horizontally. Their description and characteristics. Compensating goniometric method for low-sensitivity materials. Construction and set-up of instruments. Control of optical sensitivity of materials. Freezing tests.

3. *Model materials.* Preparation of suitable model materials in own laboratory on the basis of physico-chemical study of structural properties. Technological questions.

4. *Some of the tasks solved for practice.* Tasks solved for mechanical engineering industry: isochromatic lines in groove, rolling stand and rotating disk.

Tasks solved for civil engineering: model of bridge, bridge pier with separate base, stratified half-plane under concentrated load.

Underground structures

1. *Rock pressures induced by volume changes of rocks* - clay rocks of cretaceous and tertiary periods - swelling pressures and their effect on concrete lining of tunnels. Means to limit pressures. Study of microstructure. Intermicellar and intramicellar swelling. Swelling pressures and their control. Practical consequences.

2. *Mechanics of earth bodies* and dimensioning according to limit states. Characteristics of strength; rheologic factor, effect of dynamic load. Interesting facts obtained on basis of experimental investigation. Favourable effect of depth of dynamically loaded foundation. Importance of water-pressure in pores. Effect of vibrations on earth pressure, its connection with water-pressure in pores and design of walls in seismic regions. Effect of wall roughness on active pressure.

Civil engineering

Brick and concrete structures - including light concrete.

1. *Masonry and concrete structures.* Strength of masonry columns. Study of strength of concrete foundations of walls. Experimental and theoretical solution of stresses in an offset.

2. *Structures in seismic regions.* Problems of substitute horizontal forces and structure layout.

Regions under consideration in Czechoslovakia. Adjustment of transverse bracings and its inclusion into specifications.

3. *Walls assembled from blocks.* Working stresses and buckling coefficients.

4. *New types of structures.* Minimum reinforcement of concrete. Its stress at ultimate strength. Ultimate stress of steel and statistical minimum of yield stress. Design of shear bracing. Theory of failure of reinforced concrete beam by flexural shear.

5. *Variability of mechanical properties of structural materials.* New facts concerning variability of mechanical properties of engineering materials. Statistical minimum as minimum ultimate stress.

Reconstruction of historical buildings

Mostly masonry and concrete structures. Reconstruction work carried out on historical monuments - its technique. Numerous noteworthy historical buildings involved.

1. *Míčovna (Ball House) of Prague Castle* - damaged through fire; main reconstruction work: new reinforced concrete floors and roof structure, consolidation of old peripheral masonry.

2. *Historical church in Ústí nad Labem.* Damaged by aircraft bombs. Reconstruction work: temporary securing of damaged tower, grouting and reinforcement of tower masonry, circumferential tightening, filling in of bombed-out masonry, completing part of diamond vault, consolidation of remaining parts of vaults, repair of damaged roof structure.

3. *Inundation (flooded) region of Orlik hydroelectric plant.* Orlik Castle, securing of its foundation. Zvíkov Castle, church Červená nad Vltavou - transfer.

Aid to practice

Extraordinary tasks connected with construction programme and contact with practice. Its significance for research workers.

1. *Orlik hydroelectric plant.* Main work performed in connection with the project. Numerous questions concerning technology of concrete. Control of concrete in the dam. Construction of power station hall.

2. *Žďákov bridge.* Steel structure of the main arch. Concreting heavy reinforced concrete cantilevers on light tubular centering by means of secondary cantilevers method. Overhung structure of tubular centering.

3. *Suspended roof structure for polyecran in Prague.* Double curvature of surface formed by steel cables.

4. *Prefabricated sheds assembled of laminate panels.* Triangular elements, hexagonal units.

5. *Laminated vault made of large-size laminates.* Its use and test.

6. *Roofing of ice-skating stadium in Prague.* Orthotropic cylindrical shell with a 65-m span, 4 mm thick with ribs.

7. *Bridge structure made of light Al-Mg alloy in Prague.* Welded box structure with three spans. Roadway formed by orthotropic plate. First structure of this kind in Czechoslovakia.

Publication activity of the Institute

1. Reports on work performed at the Institute appearing in various journals between 1922 and 1929.
2. Reports of the Institute for Research and Testing of Engineering Materials and Structures between 1926 and 1948.

Transactions and special reprints of the Faculty of Civil Engineering.

3. Reports of the Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Czechoslovak Academy of Sciences, 1956—1960.

Reports on solution of research tasks

Their subject and review.

Education of scientific workers. Scientific candidatureship, ordinary and external. Their main characteristics. Review of post-graduate candidates between 1953 and 1960. Sustainment of candidate theses and their review.

Scientific and technical conferences

Purpose of conferences, their main theme and number of participants.

Review of conferences. New notions on concrete engineering. Limit states of engineering structures. Prospective plan of the city of Prague. Bitumen. Restoring the historical nucleus of the city of Prague. International conference on hydroconcrete. Protection of civil engineering structures. Foundation of structures. Transport in large cities. Supplying the city of Prague with water. Dynamics of civil engineering structures.

Participation and successes at exhibitions

Exhibition in Prague. Expo 1958 in Bruxelles: photoelasticimeter, suspension for turbine structure, sonic (vibrating wire) strain gauge apparatus, structure of pavilion, Exhibition "Czechoslovakia 1960" - in Prague, Moscow and Kiev.

Foreign relations of the Institute

Initial stage, EMPA in Zurich. Later: LBTP, Paris, CNIITS, Moscow. Important foreign visitors at the Institute. Journeys abroad for the purpose of technical study, their review and classification.

Scientific library of the Institute

Its origin and development as regards number of books and number of titles of professional journals. Their distribution.

Social welfare of employees of the Institute

Trade union of employees, its activity in the field of cultural development, social services and recreation facilities. Recreation cottage.

New buildings for the Institute

Preparatory work for construction which is to be finished in 1966.

Final remarks

Role of civil engineering and research in socialist economy. Role of the Institute from this aspect

Сорокалетняя деятельность

института теоретической и прикладной механики

ЧСАН

1921 — 1961

Резюме

Сорокалетняя деятельность Института теоретической и прикладной механики 1921 — 1961

ВВЕДЕНИЕ

Институт был основан в 1921 году по предложению проф. инж. Ф. Клокнера. Свою деятельность институт начал в деревянном здании и подвальных помещениях Чешского высшего технического училища. В 1936 г. институт был переведен в новое здание ВТУ в Праге-Дейвице. После закрытия чешских высших учебных заведений германскими оккупантами в 1939 году институт продолжал после нескольких месяцев закрытия свою работу в качестве самостоятельного научно-исследовательского института. В 1945 году институт снова был включен в систему высших учебных заведений под руководством доц. инж. д-ра Б. Гацара.

При основании Чехословацкой Академии Наук в 1953 г. институт был включен в систему ЧСАН под названием Институт теоретической и прикладной механики. Развитие института распадается на три следующих этапа:

1921—1936 гг. — в старом здании ЧВУТ — Прага, Карлова площадь,

1936—1952 гг. — в новом здании ЧВУТ — Прага-Дейвице,

1953—1961 гг. — там же в составе Чехословацкой Академии Наук.

ОСНОВОПОЛОЖНИК ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО И ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ИНСТИТУТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ - АКАДЕМИК Ф. КЛОКНЕР

Академик Клокнер родился в семье кузнеца 10. 11. 1872 года в Праге. После окончания инженерно-строительного факультета ЧВУТ Клокнер работал ассистентом проф. Шолина, далее преподавателем техникума в г. Пльзень и, наконец, профессором ВТУ в Праге (1908). После основания исследовательского и испытательного института в 1921 г. Клокнер стал его первым руководителем. Даже после своего ухода на пенсию в 1939 году Клокнер не порывал связи с работой исследовательского института; в 1952 году он подготовлял включение института в систему ЧСАН, будучи избран в 1952 году академиком.

Его многостороннюю деятельность можно разделить на следующие главные участки: педагогический, исследовательский, консультационный, организационный, литературный и нормативный. Исследовательская и литературная деятельность Клокнера протекали в узком контакте с деятельностью исследовательского института. Академик Клокнер умер 8. 1. 1960 г.

АКАДЕМИК БЕДРЖИХ ГАЦАР

Родился 24. 5. 1893 г. После окончания инженерно-строительного факультета ЧВУТ Б. Гацар работал конструктором у проф. инж. Ф. Клокнера. Б. Гацар совместно с проф. Клокнером принимал участие в подготовке организации исследовательского института. В 1921 году Гацар получил степень доктора технических наук, в 1939 году защитил диссертацию на звание доцента, а в 1949 году был назначен профессором инженерно-строительного факультета ЧВУТ. С 1939 года Гацар является руководителем исследовательского института. В 1953 году он был избран членом-корреспондентом ЧСАН, а в 1960 гду — академиком ЧСАН.

Основные области его деятельности:
исследования в области строительных материалов и конструкций — основания и фундаменты, стальные конструкции, тепловая и звуковая изоляция, цемент, технология бетона, теплота гидратации, сцепление стали с бетоном, возрастание прочности бетона, железобетонные конструкции, в частности, искривленные оболочковые конструкции — коноиды, гиперболические параболоиды, проектирование железобетонных конструкций, консультационная деятельность в связи с исследованиями и испытаниями материалов и конструкций, а также проектирование сложных построек всевозможных видов, реконструкция промышленных, дорожных и, главным образом, исторических сооружений.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ 1921 — 1936 ГГ

Возникновение и организация института

Первый проект основания института был разработан еще в 1912 году, однако его учреждение осуществилось уже в Чехословацкой Республике в 1931 году.

Цель и направленность работы института. Институт выполнял четыре основных задания: учебное, образовательное, научное и испытательное. Исследовательские задания были направлены в частности, на исследования свойств строительных материалов и на создание испытательных методов, включая необходимые устройства.

Организация института и его развитие. Институт был организационно включен в систему инженерно-строительного факультета ЧВУТ. Область деятельности и ее постепенное развитие охватывала вопросы: бетона, бетонных конструкций, естественных камней, вяжущих веществ, кладки, лесных материалов, оснований тепла, акустики, огнестойкости, усталости и длительных влияний.

Основные работы, выполненные в период с 1921 по 1936 гг

Закон развития прочности бетона по мере повышения возраста в полулогарифмической системе выражается прямолинейной зависимостью, весьма пригодной для практических надобностей.

Экспериментальное исследование подвесных винтовых лестниц на модели из вулканизированного каучука с мишенями.

Переход от клепаных соединений стальных конструкций к электрической сварке.

Использование мраморного гранита для крупного монолита в пражском Кремле с учетом его транспортировки и операций с ним.

Использование древесины для клеенных наземных и авиационных конструкций. Испытания на нагрузку основания и разработка методики испытаний и оценки для практических целей.

Испытания кирпичей малого и крупного формата, включая испытания на прочность на сжатие.

Испытания кирпичной кладки из различных видов кирпичей и с различным строительным раствором.

Испытания кирпичной кладки различной связности.

Непроницаемость бетона, штукатурки, покрытий, включая торкретированный бетон и сталебетон. Непроницаемость главным образом бетонных труб.

Контроль динамических нагрузок строительных сооружений, вызванных транспортными средствами и т. д.

Звукопроводность жилых и административных зданий, главным образом, с точки зрения стальных и железобетонных конструкций.

Систематические испытания и исследовательские работы в области конструирования самолетов. Сравнение свойств различных типов прокатных двутавровых сечений с точки зрения экономии.

Испытания различных бетонных конструкций.

Испытания колонн из обмотанного чугуна и анализ их несущей способности по сравнению с обычным железобетоном со спиральной поперечной арматурой. Их достоинства.

Испытания на нагрузку грибовидных перекрытий и сравнение полученных результатов с теоретическими расчетными данными.

Технология бетона и контроль его механических и физических свойств. Контроль цементов и теплоты гидратации. Испытания глиноземных цементов. Связь между вязкостью и прочностью на сжатие. Исследование литого бетона. Тепло и звукоизоляционные бетоны.

Изменения объема бетона при его твердении и изменениях влажности и температуры, влияние составных частей и состава бетона, условий твердения арматуры и мероприятия для ограничения изменений объема.

Специальная сталь с повышенной прочностью для бетонов. Новая сталь для бетонов марки Роксор — ее сцепляемость с бетоном, влияние на несущую способность армированных балок. Испытания балок $25 \times 35 \times 287$ см, стоек $20 \times 20 \times 100$ см. Улучшение свойств упругости. Необходимость более плотного поперечного армирования.

Влияние величины испытываемого образца на прочность бетона с различными сортами цементов — растяжение при изгибе, сжатие (кубики и части брусков).

Чехословацкие нормы для бетонных сооружений и контроля прочности бетона — исследовательские работы в качестве основных данных для 18 различных бетонов. Зависимость модулей упругости бетонов E и G от кубиковой прочности.

Испытания конструкции моста им. Штефаника в Праге. Проверка безопасности его старой конструкции.

Испытания опытных конструкций на огнеупорность в специальном опытном домике и влияние внезапного охлаждения водой.

Участие в строительстве большинства важных объектов на территории всей страны — его значение для практики и для исследовательского института.

Развитие института в период 1936 - 1952 гг

Новое здание и оборудование института в Праге-Дейвице с мастерскими, лабораториями, экспериментальными стендами и бюро, занимавшими крупную площадь, однако без возможности постепенного развития на неограниченной площади. Обширная ровная кровля для длительных испытаний влияния атмосферических условий на строительные материалы. Помещения для акустических испытаний стен и перекрытий. Рельсы для транспортировки тяжелых тел, краны для манипуляции с опытными телами. Лаборатории и мастерские института, станция для испытаний цемента, песка, щебня, каменно-обделочная мастерская, установка для испытания горных пород, бетонная мастерская, механическая мастерская; химическая, микроскопная и физические лаборатории, лаборатория модельных испытаний, фотографическая лаборатория, устройства для испытаний непроницаемости и теплотехнических испытаний, укладка образцов, помещения для работы со студентами, научная библиотека.

Научно-исследовательское развитие института

Дальнейшие области деятельности института, взаимоотношения между высшей школой и практикой сохраняются без изменений. Научно-исследовательские работы и специальные задания по пожеланиям центральных ведомств, застройщиков и строительных предприятий. Включение дальнейших институтов и оборудования от высшей школы. Насильное закрытие высших учебных заведений и временная приостановка деятельности института 1939 г. Деятельность института в качестве самостоятельного научного учреждения в период германской оккупации 1940—1945 гг. Возвращение института в систему инженерно-строительного факультета ЧВТУ после окончания войны. Повышенные требования со стороны строительных организаций были причиной включения института в систему Министерства строительства 1950—1952 гг.

Главные работы института, выполненные в период 1936—1952 гг. Качественные стали для бетонов: Торос, Роксор. Исследовательские работы по стали Роксор для бетона. Определение анкерной длины для чехословацких стандартов.

Сцепление стали Торос с бетоном и анкерная длина.

Сцепление стали Истег и анкерная длина. Исследовательские работы по круглой рифленой специальной стали опытной марки WM.

Испытания на нагрузку особых железобетонных и иных конструкций всевозможных видов — их теоретическое и практическое значение.

Железобетонный мост в Подольске, его описание, главная арка моста и испытания на нагрузку арки с применением гидравлических домкратов. Дополнительный контроль свойств бетона по истечении 11 месяцев.

Испытания на нагрузку деревянного временного моста в Праге. Главные сплошные дощатые балки. Цель испытания: проверка безопасности. Статическая и динамическая нагрузка. Контроль прогибов, напряжения и динамического коэффициента. Периодический контроль статической работы моста.

Испытания на грузоподъемность стальных мостовых конструкций, поврежденных в результате военных действий и отремонтированных или построенных из материалов военного времени. Распределение напряжения в составных сечениях.

Измерение динамической работы бетонного фундамента для турбогенератора. Ряд положений вибраторов и сейсмографов.

Использование трубчатых лесов для вспомогательных конструк-

ций. Освоение этого материала совместно с пользователями чехословацкого стандарта в Чехословакии. Применение сварных трубок.

Трубчатые кружала арочного моста в п. Дольни Лоучки. Трубчатое кружало арки пролетом 110 м. Устойчивость кружала и устройства для раскружаливания и исключения возможности боковой деформации.

Раскружаливание железобетонной арки моста в п. Дольни Лоучки. Применение метода Фрейсине — осевая сила на вершине 2300 тонн.

Анализ разрушения деревянных конструкций. Вопрос предохранения сжатых элементов от потери устойчивости и обеспечение их пространственной жесткости. Влияние на нормализацию и исследования.

Тонкостенные кровельные конструкции. Исследовательские работы в период 1939—1945 гг.

Стекложелезобетонные цилиндрические своды. Проведенные испытания.

Модель железобетонного цилиндрического навеса. Модель 1:4 и ее испытание.

Конструирование формы гиперболического параболоида. Модель кровли 1:4 и ее испытание до разрушения. Конструкции перекрытий.

Кровельные конструкции вида усеченных коноидов. Модель 1:10 и ее испытание посредством равномерной и сосредоточенной нагрузки. Модель сопряженных коноидов. Использование коноидов в конструкции опорных стен.

Оболочка пролета 40 м. Испытания на модели 1:11; проверка путем испытаний на натуральных объектах.

Модель моста через долину Прага-Нусле. Масштаб 1:10 и проведение испытания.

Научно-исследовательские работы в связи со строительством гидротехнических сооружений, особенно вопросы технологии бетона.

Новые методы технологии бетона, их освоение в практике — бетон с вовлеченным воздухом и вакуум-бетон.

Экспериментальные исследования строительства плотины на реке Бороунка. Исследование каменных заполнителей, цементов и бетонов. Охлаждение бетона при помощи внутренних трубок и воды; различные цементы, главным образом шлаковый цемент. Контроль температуры при адиабатном процессе.

Исследование лиственничной древесины для сжатого трубопровода гидроэлектростанции Сеч. Свойства древесины, водопроницаемость, давление набухания.

Исследование сжатого трубопровода на гидроэлектростанции Сеч на двухкратное увеличение эксплуатационного сжатия. Железобетонный и деревянный трубопроводы.

Предварительно напряженный бетон. Плиты перекрытия толщиной 1 см. Полая тонкостенная мачта. Шпала.

Вопросы фундаментостроения в тяжелых условиях. Испытания на сдвиг между гидробетоном и грунтом при основании плотин — схема и осуществление испытания.

Применение мезотория для исследования строительных материалов и конструкций. Длина волны гамма-лучей в 100 раз меньше, чем рентгеновских лучей. Методика испытаний бетона и железобетона

Повышение прочности грунтов добавками и контроль методикой размягчения.

Применение хрупких лаков для решения плоской задачи и распределения напряжения и примеры их использования.

Испытания на теплопроводность при постоянном тепловом потоке на площади $1 \times 1,0 \text{ м}^2$.

Акустические измерения залов и различных строительных материалов.

Бетоны для дорог на специальном силикатцементе и с различным каменным заполнителем.

Контроль и проверка бетонных конструкций. Свойства бетонов и конструкций.

Реконструкция строительных сооружений, поврежденных в результате военных действий, пожаров или иных факторов.

Различные мелкие работы, свидетельствующие о многообразии предъявляемых требований.

ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ ЧСАН 1958 - 1961 ГГ

Включение института в систему ЧСАН 1. 1. 1953 г. и новые области его деятельности. Планы отделов института:

Организация института, три следующих основных сектора: научный, технический и административно-хозяйственный. 10 научных отделений института.

Совещательные органы директора института — научный совет, совет института. Их состав и задания. Сфера деятельности научного совета при присуждении ученых званий.

План научной работы института. Метод. Составления плана. Связь плана с государственным планом исследований. Организация научной работы института. Взаимоотношения отделов и ответственных исполнителей заданий.

Главные работы в период 1953—1961 гг

Строительные материалы

Повышенные требования, предъявляемые к свойствам и технологии строительных материалов, в частности к бетону.

1. Состав обычных бетонов. Графический метод проектирования бетонных смесей (УТАМ-I), взаимное переплетение фракций и определение их границ раздела.

2. Влияние вибрации на механические свойства бетонов, в частности, при непрерывном процессе бетонирования конструкции. Влияние вибраций на твердение бетона. Влияние вибрации при $n = 1450—5000$ об/мин. и при амплитудах $< 380 \mu$ в зависимости от начала динамического движения (1—8 часов после примешивания воды).

3. Состав легких бетонов. Метод проектирования пористых бетонов. Применение метода абсолютного объема и определение наиболее целесообразного количества воды.

Проектирование пористых бетонов с плотными и пористыми заполнителями, но без тонкозернистых материалов.

4. Свойства горных пород. Подбор горных пород для различных строительных целей (в основном для бетонов), опирающихся на детальные исследования их основных свойств.

5. Сцепление заполнителей с цементом. Решающее влияние сцепления на механические и физические свойства бетона и в особенности на его долговечность. Значение для рабочих швов гидротехнических сооружений. Применение микроскопии для целей исследования.

6. Долговечность бетона обуславливается долговечностью цементного камня, каменного заполнителя и соединительного шва. Влияние гидравлических добавок. Решающее влияние сцепления.

7. Применение пластмасс в качестве добавок и самостоятельного вяжущего для бетонов. Влияние поливинилацетатной дисперсии на механические свойства, в частности, на прочность на растяжение бетона и на соединительный шов. Неблагоприятное возрастание усадки.

Бетонные конструкции

В этой области решаются задачи, начиная с теории расчетов и кончая контролем качества строительных материалов.

1. Несущая способность и безопасность конструкций. Концепция так наз. степеней безопасности и предельных состояний. Простой и целесообразный процесс проектирования. Справедливость кривой Пирсона III типа для распределения частот у прочности бетона. Критерии и коэффициенты изменчивости. Несущая способность сечений, определяемая при применении методов математической статистики. Предельное армирование и исследование несущей способности на полных конструкциях. Вопросы распределения нагрузки.

2. Пространственная работа конструкций. Заменяемость линии изгиба общей кривой — 5-той степени. Распределение нагрузки элементов сборных перекрытий.

3. Продольный изгиб. Исследование продольного изгиба с учетом начальных отклонений. Продольный изгиб столбов из предварительно напряженного бетона и кирпичных стен.

4. Сборные конструкции. Тип сборного железобетонного каркаса с новыми ограждающими стенами. Конструктивная система и проверка ее жесткости. Сборный рамный каркас со сквозной перекрестной балкой. Детальное исследование узлов и удлинения столбов, экспериментальная проверка жесткости. Равноценность монолитным конструкциям.

5. Конструкции из предварительно напряженного бетона. Распределение напряжений по сечению, трещинообразование и т. д. Испытания на усталость и автоматическое устройство для регистрирования трещинообразования.

6. Предварительно напряженные стальные конструкции. Формы и балки. Условия предельного состояния.

7. Недеструктивные методы испытаний бетона и стали. Механические свойства бетона по результатам испытаний на твердость посредством специально приспособленного молотка Польди. Пригодность метода контроля готовых конструкций для определения твердости при сдвиге и предела растяжимости.

8. Деревянные конструкции. Исследование соединений и прочности на изгиб составных элементов. Армирование дерева сталью Роксор и стеклянными слоистыми пластинками. Клееные конструкции. Армировочное действие опалубки.

9. Прикладные исследования. Исследование новых конструкций мачт на хмельниках из предварительно напряженного бетона, арматуры и стальных трубок.

Исследование механических свойств расплавленного базальта в связи с технологией и характером изделий.

Металлические конструкции

Необходимость тесной связи между теорией и экспериментом; свойства материалов и конструктивных элементов и всей конструкции.

1. Устойчивость тонкостенных пространственных систем. Многократная работа частей новейших конструкций. Исследование коробчатых балок замкнутого сечения, главным образом с точки зрения напряжения от кручения.

Новый тип железнодорожного моста замкнутой системы со связями на концах.

Теоретическое и экспериментальное решение арки моста у Ждякова пролетом 330 м; влияние деформации арки при вертикальной нагрузке, горизонтальный изгиб и кручение арки при воздействии ветра.

Модель арки моста 1:50 и исследования, проведенные на ней.

Предварительно напряженные конструкции. Возможности уменьшения веса ферм. Прямой метод оптимального проектирования, основанный на минимальном весе конструкции. Применение выпуклых весовых эпюр.

2. Продольный изгиб стержней, балок и стенок. Возрастающее значение продольного изгиба стержней и стенок. Необходимость учета неоднородности материалов, начальных искривлений и эксцентриситета нагрузки.

Продольный изгиб стержней при учете начальных искривлений, неоднородности материалов и эксцентриситетов нагрузки. Коэффициент запаса пластичности шарнирного и частично закрепленного стержней. Потеря устойчивости изгибаемой балки, как продольный изгиб фиктивного пояса. Устойчивость плоских стержневых систем. Связь между собственной частотой и нагрузкой.

Устойчивость тонких стенок, ее исследование в послекритической стадии и влияние мембранных напряжений. Влияние выпучивания стенки на несущую способность балки.

Тонкостенные холодногнутые стержни. Их несущая способность обуславливается устойчивостью тонких стенок, так что следует определять величину приведенной ширины и влияние ребра жесткости на ней. Цель — подготовка нормы и технических условий.

3. Излом конструктивных сталей. Устойчивость формы — хрупкий излом. Зависимость трещинообразования от схемы детали, концентрации напряжения, температуры, скорости напряжения и т. д. Фактор величины и испытательная установка на 8000 тонн. Решение задач кинематики хрупкого излома.

Усталость сварных и болтовых соединений. Коэффициент концентрации напряжений, влияние неустановившейся подлинной нагрузки и шкала изменений коэффициента снижения прочности в зависимости от числа циклов.

Сыпучие и связанные грунты

Четыре направления работы:

1. Физико-химическое взаимодействие твердой и жидкой фаз связанных грунтов. Исследование электроосмоса, остаточного и активного напряжений. Фильтрация воды в грунтах. Напряженное состояние жидкой фазы.

2. Предельное давление на основание. Лабораторные испытания песков и образование поверхностей скольжения. Влияние точности определения угла внутреннего трения основания. Соотношение между опытными данными и данными некоторых теоретических решений.

3. Сопротивление сдвигу грунтов и горных пород. Модельный характер испытаний в трехосном и одноосрезном приборах. Соотношение между напряженностью твердой и жидкой фаз.

4. Напряженность земляных сооружений с точки зрения их устойчивости. Исследование условий разжижения песка. Условия разжижения — фильтрация воды, динамическое воздействие. Устойчивость откосов земляных плотин. Использование результатов испытаний на практике с целью экономизации фундаментных работ, повышение устойчивости земляных плотин и меры борьбы с разжижением песка.

Строительная физика

Задачи в области прикладной динамики, методов деформаций измерений и дальнейших особых отраслей техники.

1. Методы измерения деформаций. Методы, освоенные и углубленные в период после окончания войны.

Струнные тензометрические датчики. Метод незатухающих колебаний мерной и с емной струн. Новый метод так наз. резонансного отчета, основанный на максимальной амплитуде с батарейным источником энергии. Тензометрические датчики и термометры для бетонных плотин. Применение струнного метода в так наз. измерительной сети для определения плоской напряженности на моделях. Сеть равносторонних треугольников. Ее пригодность для замеров моделей и автоматизации. Изучение возможностей использования струнных тензометрических датчиков также и для динамических измерений.

Пневматические тензометрические датчики. Новая конструкция датчиков, исключая тангенциальные силы. Малые мерные длины.

2. Строительная динамика. Помощь практике по вопросам динамики фундаментов для турбогенераторов. Новый экспериментальный метод измерений — с анализом

результатов. Исследование динамического поведения строительных конструкций, включая влияние грунта и фундамента. Новый механическо-оптический двухкомпонентный сейсмограф с низкой собственной частотой и непосредственной световой записью на киноплёнку. Экспериментальный модельный динамический метод в качестве дополнения к теоретическому решению динамики конструкций.

3. Модельная техника. Пространственная модель контрфорсной плотины с основанием. Использование резиновых подушек для горизонтального нагружения. Контроль напряжения контрфорса при помощи струнной сети по новому методу струнных тензометрических датчиков. Влияния различия модулей упругости, опертости контрфорса и коэффициента трения в подошве плотины.

Модель из эквивалентных материалов для исследования упругих и пластических явлений при глубинной добыче полезных ископаемых и определение горных давлений на шахтное крепление. Технология подготовки моделей.

Строительная химия

Исследование некоторых вопросов защиты строительных сооружений. Причины плохого качества кирпичей. Причины преждевременного разрушения и долговечности бетонов и выработка указаний по защите бетонных конструкций от агрессивных газов при наличии влажности и указаний по защите бетонных конструкций от агрессивных жидкостей.

Значение правильной конструктивной концепции защитных изоляционных систем. Защита строительных сооружений путем использования пластмасс. Защита кровельных оболочек из железобетона и выработка указаний, касающихся битумной гидроизоляции. Значение свойств асфальтовых битумов.

Кислотоупорные изоляции — причины разрушений.

Вопрос активности смешанных цементов при пониженных температурах и неблагоприятные последствия на практике. Влияние клинкеров и шлаков.

Теоретическая механика

Сотрудничество инженеров-строителей и работников из области прикладной механики при решении следующих задач теоретических исследований: определение безопасной устойчивости тонкостенных конструкций, причины расхождения результатов испытаний и данных классической линейной теории устойчивости, теория балочных клеток, сопряженных с плитой, нелинейная теория динамики, применение методов математической статистики, методы решения задач пластических тел.

Основные результаты: анализ метода Кросса, решения для коротких оболочек, метод частичных узловых поворотов, улучшение метода релаксации, решения для тонкостенных пустотелых плотинных клапанных затворов и горизонтальных цилиндрических резервуаров, местная устойчивость тонкостенных конструкций, работа различных стержней при различных нагрузках, теория косых ортотропных плит мостового типа и концентрация напряжений вблизи отверстий.

Экспериментальная упругость

Применяемые методы: фотоупругость, фотопластичность, модельная тензометрия, метод хрупких лаков, механическая и оптическая интерференция света.

Теоретические исследования. Основные вопросы методики, свойств изостатических и других линий, неоднородной слоистости полуплоскости, двойного лучепреломления на пределе упругости, новых оптических материалов, пространственной напряженности.

2. Проверка новых методов и приборов. Изыскание пригодной методики и проектирование приборов для проходящего рассеянного света. Новейший прибор с широкими возможностями использования, управляемый с пульта управления. Троекратный источник света. Обслуживание поляризационных систем при помощи электродвигателей. Прибор для измерения деталей с трехкратным увеличением и с электрическим движением поляризационных систем. Раздвижной проекционный экран.

Автоколлимационные приборы собственного изготовления для вертикально и горизонтально расположенных моделей. Их описание и характеристика.

Компенсационный гониометрический метод для малочувствительных материалов. Построение приборов. Контроль оптической чувствительности материалов. Испытания на замораживание.

3. Материалы для моделей. Подготовка пригодных материалов для моделей в собственной лаборатории на основании физико-химического изучения структурных свойств. Вопросы технологии.

4. Задания, решаемые для целей практики: задания, решаемые для машиностроения: изохроматы в канавке, клетки прокатного стана и вращающийся диск.

Задания, решаемые для строительства: модель моста, мостовой устой с отдельным лежнем, слоистая полуплоскость под сосредоточенной нагрузкой.

Подземные сооружения

1. Горные давления, вызванные изменениями объема горных пород — глинистые горные породы мелового и третичного возрастов — давления набухания и их воздействия на тонкостенные бетонные облицовки. Мероприятия по ограничению давлений. Изучение микроструктуры. Интермицеллярное и интрамицеллярное набухание. Величина давлений набухания и их контроль. Практические результаты.

2. Механика землянных сооружений и определение размеров по предельным состояниям. Характеристики несущей способности: фактор реологии, влияние динамического напряжения. Интересные сведения, полученные в результате экспериментального исследования. Благоприятное влияние глубины фундамента под динамической нагрузкой. Значение давления воды в порах. Влияние динамического воздействия на величину давления грунта, их связь с давлением воды в порах и с проектированием стен в сейсмических областях. Влияние шероховатости стен на активное давление.

Строительство

Кирпичные и бетонные конструкции, включая легкий бетон.

1. Конструкции каменной кладки и бетонные. Несущая способность столбов каменной кладки. Исследование несущей способности бетонных оснований стен. Экспериментальное и теоретическое решение для напряжений в уступе.

2. Строительные сооружения в сейсмических областях. Вопросы за-

менительных горизонтальных сил и схем конструкций. Соответствующие области в ЧССР. Оформление поперечных связей и составление соответствующих указаний.

3. Сборные стены из блоков. Допускаемое напряжение и коэффициент продольного изгиба.

4. Новые виды конструкций. Минимальная арматура бетона. Ее напряжение на пределе несущей способности. Предельное напряжение стали и статистический минимум предела текучести. Определение размеров арматуры на сдвиг. Теория разрушения железобетонной балки в результате сдвига при изгибе.

5. Изменчивость механических свойств строительных материалов. Новые сведения об изменчивости механических свойств строительных материалов. Статистический минимум, как минимальное предельное напряжение.

Реконструкция исторических строительных сооружений

Здесь имеются ввиду главным образом каменные и бетонные сооружения. Работы по реконструкции строительных памятников старины — техника работ. Ряд выдающихся памятников старины.

1. «Míčovna» в пражском Кремле, поврежденная пожаром и главные работы по реконструкции: новые железобетонные перекрытия и кровельные конструкции, упрочнение старой периферийной кладки.

2. Исторический костел в Усти н/Л., поврежденный авиационными бомбами. Работы по реконструкции: временное обеспечение наклоненной башни, инжентирование и закрепление кладки башни, периферийная стяжка, дополнение кладки, разрушенной в результате бомбардировки, дополнение части алмазного свода, упрочнение прочих частей свода, ремонт поврежденной кровельной конструкции.

3. Затопленная область гидротехнического сооружения Орлик. Затопление области гидротехнического сооружения Орлик. Обеспечение его фундаментов. Кремль Звиков, часовня Червена на Влтаве — перенесение.

Помощь практике

Чрезвычайные задания в области строительства и связь с практикой. Ее значение для исследовательских работников.

1. Гидротехническое сооружение Орлик. Главные выполненные работы. Различные вопросы технологии бетона. Контроль бетона в теле плотины. Конструкция машинного зала.

2. Мост у Ждякова. Стальные конструкции несущей арки. Бетонирование тяжелых железобетонных консолей на легком трубчатом скружале. Нависшая конструкция трубчатого скружала.

3. Подвесные кровельные конструкции полиэкрана в Праге. Двойная кривизна плоскости, образованной стальными троссами.

4. Сборные легкие навесы из слоистопластиковых панелей. Треугольные элементы, шестиугольные элементы.

5. Своды из слоистых пластинок крупных размеров. Их использование и испытания.
6. Перекрытие зимнего стадиона в Праге. Ортогональная цилиндрическая оболочка пролетом 65 м, толщиной 4 мм с ребрами.
7. Конструкция моста из легкого сплава Al-Mg в Праге. Сварная коробчатая трехпролетная конструкция. Проезжая часть — ортотропная пластинка. Первая конструкция такого рода в Чехословакии.

Публикационная деятельность института

1. Сообщения о работах института, опубликованных в журналах в период с 1922 по 1929 гг.
2. Отчеты работ исследовательского и испытательного института строительных материалов и конструкций в период 1926—1948 гг. Сборники и отдельные работы инженерно-строительного факультета.
3. Отчеты работ Института теоретической и прикладной механики ЧСАН в период 1956—1960 гг.

Отчеты работ по решению исследовательских заданий

Содержание и обзор работ

Подготовка научных сотрудников

Научная аспирантура — действительная и в качестве экстернистов. Основная их характеристика. Список аспирантов высших учебных заведений 1953—1960 гг. Защита диссертаций — обзор.

Научно-технические конференции

Цель конференций, направленность и участие в них.

Обзор конференций. Новые сведения из области бетонного строительства. Предельные состояния строительных конструкций. Ориентировочный план столичного города Прага. Битумы. Оздоровление исторического ядра города Прага. Международная конференция по гидротехническому бетону. Защита строительных сооружений. Закладка фундаментов строительных сооружений. Транспорт в крупных городах. Снабжение Праги водой. Динамика строительных конструкций.

Участие в выставках и достигнутые успехи. Выставка в Праге. Мировая выставка в Брюсселе в 1958 г.; прибор для измерений фотоупругости, подвесная конструкция для турбины, струнная тензометрическая аппаратура, конструкция павильона. Выставка — Чехословакия 1960 г. в Праге, Москве и Киеве.

Иностранные отношения института. Начальная стадия. ЕМФА — Цюрих. Позже LVTR — Париж, ЦНИИТС — Москва. Выдающиеся иностранные визиты в Институте. Научные командировки за-границу — их обзор и распределение.

Научная библиотека института. Ее возникновение и развитие с точки зрения количества книг и абонированных журналов. Их распределение.

Заботы об интересах сотрудников. Профсоюзная организация сотрудников, ее деятельность, культурные, общественные начинания, отдых сотрудников. Дом отдыха.

Строительство нового здания института. Подготовительные работы по стройке здания, которая должна быть закончена в 1966 году.

Заключение. Роль строительства и исследований в социалистическом народном хозяйстве. Задания института с этой точки зрения.